

Carolina Mallmann Erbes

**ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL PARA A
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE UMA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE SÃO
MIGUEL DO OESTE- SC**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do Grau de Licenciado em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. José Salatiel
Rodrigues Pires

Coorientadora: Msc. Natália Caron
Kitamura

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Erbes, Carolina Mallmann
Análise e planejamento ambiental para a
conservação da biodiversidade de uma microbacia
hidrográfica no município de São Miguel do Oeste- SC
/ Carolina Mallmann Erbes ; orientador, José
Salatíel Rodrigues Pires, coorientadora, Natália
Caron Kitamura , 2017.

76 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas,
Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Ecologia de Paisagem.
3. Mata Atlântica. 4. Geoprocessamento. 5.
Fragmentação de habitats. I. Pires, José Salatíel
Rodrigues . II. Kitamura , Natália Caron . III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Ciências Biológicas. IV. Título.

Carolina Mallmann Erbes

**ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL PARA A
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE UMA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE SÃO
MIGUEL DO OESTE- SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado para o cumprimento da disciplina TCC II (BIO7016) e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.

Florianópolis, 19 de junho de 2017.

Dr. Carlos Zanetti

Coordenador do Curso de Ciências Biológicas

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires

Orientador- Universidade Federal de Santa Catarina

Gisele Garcia Alarcon

José Olimpio da Silva Jr.

Eduardo Hermes Silva

Este trabalho é dedicado aqueles que são meu chão, mas também minhas asas, meus pais Benício e Elisabete, e minha irmã e maior presente, Jéssica.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Elisabete, uma amante da natureza que nos orgulha com sua horta com dezenas de espécies, suas mudas que já devem ter gerado um milhar de árvores. A Betinha que alimentou e incentivou muitas das minhas esquisitices "biológicas", ajudou minha curiosidade de criança não desaparecer, me fazendo ter vontade de aprender e resolver problemas. Sua grande habilidade e paixão em trabalhar com as plantas foram com certeza herdadas de meu amado Vô Homero. Sou muito grata por tudo que nos ensinou! Sinto muita sua falta e dos tours guiados por sua horta, quando mostrava quase toda vez uma planta ou bichinho diferente. E gratidão à Vó Frida, que nos alimenta a alma e a barriga, com seu jeitinho único, uma mulher forte que viveu coisas difíceis, mas mantém um olhar doce!

Ao meu pai Benício, que também instigou meu amor e curiosidade pelos animais, foi inspiração para, por muito tempo, eu ter o sonho de cursar Medicina Veterinária. Mesmo questionando-se sobre minha escolha pela Biologia, me sugerindo outras coisas, sei que no fundo Seu Benício me apoia e torce para que sua caçulinha, um pouco teimosa, não quebre a cabeça e seja feliz. Sou grata pela ajuda no TCC, dando dicas e apoio. Teus questionamentos, tuas cobranças, o teu "se cuida, filha" me fizeram crescer e lembrar que preciso tomar conta das minhas responsabilidades.

À minha irmã geniazinha Jéssica que bota o padrão mínimo de bons resultados lá em cima para mim, mas mostra que humildade e amor pelo que se faz são insubstituíveis e indispensáveis, e que querer pode sim significar poder! Você é minha inspiração, minha melhor amiga e mamãe extra que eu poderia ter. Sem você comigo aqui em Floripa tudo teria sido mais difícil e menos cheio de amor! Você é um pedacinho de mim que me ajudou a me manter inteira várias vezes com seus conselhos, abraços, sermões, puxões de orelha! Sou grata também por me apresentar ao, agora seu marido, Jorge, que virou meu maninho, e cujos pais, Cássia e Jorge, e família me acolhem generosamente bem.

Ao meu orientador Prof. José Salatiel Pires, que aceitou orientar-me, por seu papel importante para eu alcançar os resultados desse trabalho e pela confiança depositada em mim.

À minha coorientadora e amiga Natália Caron Kitamura, que como sempre não negou um desafio e cuja ajuda e apoio foi imprescindível, tanto no TCC como nesse semestre!

À banca examinadora, que aceitou o convite para colaborar em um momento importante de minha trajetória acadêmica.

Aos meus colegas, os Biobonitos mais bonitos: Doug, Fer, Gabi, Luís e Nati. Foi muito por ter vocês nos grupos de PPCCs e relatórios, para aquela ida à BU (ou será que aos puffs?!), para as risadas, nos almoços no RU, no aperto de final de semestre, nas crises sobre o curso, sobre a vida, e agora no TCC; muito obrigada por tudo!

À todos professores que passaram e marcaram meu caminho, desde o maternal à universidade! Todos foram importantes para eu aprender o que fazer, o que não fazer; alguns "passaram" muita matéria, mas pouco conteúdo, outros mostraram com qual conteúdo devemos preencher nossas cabeças e corações, e também tiveram aqueles que alimentaram e despertaram a minha vontade de ser educadora.

Aos meus amigos do Oeste, especialmente minhas amigas, Anna, Gabi, Lui e Rah. Mesmo passando o tempo, quilômetros nos separando, é muito bom saber que vocês existem. E minha amada e eterna amiga Isa, a primeira pessoa que abracei ao saber o resultado do vestibular; que me ensinou muito sobre a vida, me mostrou a fragilidade dela, mas também a indestrutibilidade do amor. Você está e estará comigo Ao infinito e Além!

Aos amigos que conheci em 2010 quando vim para Floripa e continuam comigo de alguma forma até hoje: Canale, Lipe, Funny e May! Foram essenciais para "sobrevivermos" juntos ao terceirão e hoje poderemos ainda rir duzentas vezes da mesma história ou vermos como viramos melhores pessoas!

Aos colegas e amigos que fiz na Empresa Junior Simbiosis. As reuniões, conquistas, decepções, choros, feedbacks, benchmarking, discussões, tudo e todos me ensinaram alguma coisa. Voa Simbs!

Aos profissionais e colegas de estágio que tive na Eletrosul, que colaboraram com meu crescimento profissional e pessoal, especialmente à Kelly e Vivi.

À CAPES pela bolsa de estudos, e as experiências das mais incríveis e importantes para mim como pessoa e profissional. Várias pessoas foram essenciais para o tempo na Alemanha ter sido fantástico, como os "Bastardinhos" de Berlin, especialmente a Rosinha, e as Barbarinhas, e o pessoal do "Grillen" de Munique. Sem vocês as aulas de alemão não teriam sido tão proveitosas, meus dramas e inseguranças com seminários e provas teriam custado muito mais stress para terem sido superados, e claro, os momentos de diversão não teriam sido tão empolgantes e divertidos! Às demais pessoas que conheci durante o intercâmbio, que fizeram me tornar uma pessoa melhor, trouxeram amor, conforto e apoio: Hendrik, Ju, Carina, as Eve's, Kristin, Conny e Resi.

À meditação e Yoga que trouxeram mais foco, saúde e equilíbrio na minha vida e para fazer esse trabalho.

E meus agradecimentos gerais a todas pessoas que de uma forma ou outra fizeram parte da minha trajetória, deixando em mim e levando um pouco de aprendizado e amor a serem multiplicados.

“O homem vive da natureza, isto significa que a natureza é o seu corpo com o qual ele deve permanecer em processo constante, para não perecer. O fato de que a vida física e espiritual do homem se relaciona com a natureza não tem outro sentido senão o de que a natureza se relaciona consigo mesmo, pois o homem é a parte da natureza”. (Karl Marx)

RESUMO

A Mata Atlântica, assim como outros biomas, vem sofrendo com a fragmentação de seus habitats. Estes estão sendo transformados em pequenas manchas remanescentes, processo considerado como uma das maiores ameaças à biodiversidade. Nesse contexto, a ecologia de paisagens consolida-se como uma ciência aplicada para contribuir com a compatibilização do uso da terra de forma a manter uma integridade ecológica. O planejamento ambiental surge como ferramenta para decidir os melhores usos da terra para satisfazer de forma sustentável as necessidades do maior número de pessoas e, ao mesmo tempo, manter a biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos. Sendo assim, esse trabalho objetiva propor cenários de uso da terra para a microbacia visando a conservação da biodiversidade e consequente melhoria da integridade ecológica da microbacia. Para isso, uma microbacia hidrográfica com 543 ha, localizada no município de São Miguel do Oeste (Santa Catarina), foi analisada conforme seu uso da terra e integridade ecológica através do uso de imagens de satélite. A classificação dos elementos da paisagem foi efetuada pelo método visual de digitalização em tela. Na microbacia o uso da terra é diversificado, resultado do modelo fundiário de pequenas propriedades agrícolas. A vegetação natural corresponde a 21,0% da área total, sendo dividida em 47 fragmentos. Apenas 36,7% da Área de Preservação Permanente hídrica está condizente com a legislação. As manchas remanescentes são fragmentos considerados pequenos (somente 10,6% deles é maior que 5 hectares). Apenas 29 hectares são área de Interior e devido ao pequeno tamanho e formato alongado das manchas, 76,6% delas são classificadas como tendo alta Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER). Conclui-se que mudanças na paisagem são indispensáveis para melhorar a integridade ecológica da microbacia, por isso dois cenários foram propostos para adequação à legislação ambiental, diminuição da vulnerabilidade e aumento da conectividade dos fragmentos. O aumento na área de vegetação natural pode representar uma redução significativa na renda familiar dos proprietários rurais que usam a área para fins produtivos, por isso alternativas devem ser pensadas, como incentivos à conservação.

Palavras-chave: Ecologia de Paisagem, Mata Atlântica, Geoprocessamento, Fragmentação de habitats.

ABSTRACT

The Atlantic Forest has been suffered from habitat fragmentation such as other biomes. The habitats have been converted into small remaining patches, a process which is considered one of the greatest threats to biodiversity. In this context, the Landscape Ecology is consolidated as an applied science to contribute to produce and at the same time maintain an ecological integrity. Environmental planning emerges as a tool for deciding better options of land uses which sustainably meet the needs of the largest number of people and, at the same time, maintain the biodiversity and its ecosystem services. Thus, this work aims to propose scenarios of land use for the microbasin in order to conserve biodiversity and consequently to improve the ecological integrity of the microbasin. A drainage microbasin with 543 hectares, located in the municipality of São Miguel do Oeste (Santa Catarina), was analyzed according to its land use and ecological integrity through the use of satellite images. The classification of landscape elements was performed by the on-screen digitizing method. In the microbasin, land use is diversified, a result of the large number of small farms. The natural vegetation corresponds to 21% of the total area, being divided into 47 fragments. Only 36.7% of the "APP" is in accordance to the legislation. The remaining patches are small fragments (only 10.6 % of them are larger than 5 hectares). Only 29 hectares are Intern Area and due to the small size and elongated shape of the spots, 76.6% of them are classified as having high Relative Ecological Vulnerability (VER). It is concluded that changes in the landscape are indispensable to improve the ecological integrity of the microbasin. This is why two scenarios have been proposed to adapt to environmental legislation, reduce vulnerability and increase the connectivity of the fragments. The natural area increase in area may represent a significant reduction in the family income of rural owners who use the area for productive purposes. Therefore, alternatives should be considered, such as conservation incentives.

Keywords: Landscape ecology, Atlantic Forest, Geoprocessing, Habitat Fragmentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- A: Estado de Santa Catarina. B: Localização geográfica do município de São Miguel do Oeste. C: Mapa das regiões Fitogeográficas e localização da Microbacia. D: Imagem de Satélite mostrando a microbacia Real Oeste.....	30
Figura 2- Mapa ilustrativo das Classes de Uso da Terra na microbacia Real Oeste.	37
Figura 3- Mapa das Áreas de Preservação Permanente em nascentes e bordas de rios e córregos preservadas e as áreas que devem ser recuperadas.....	40
Figura 4- Mapa de elevação mostrando o relevo da microbacia Real Oeste.....	43
Figura 5- Delimitação das áreas internas dos fragmentos de vegetação natural e suas bordas de 30 metros.	47
Figura 6- Classificação da VER dos fragmentos conforme relação da área de Interior dividida pela área de Borda.....	49
Figura 7A- Análise da conectividade dos fragmentos da microbacia Real Oeste em função das distâncias entre eles.	51
Figura 7B- Análise da conectividade dos fragmentos da microbacia Real Oeste em função das distâncias entre eles.	51
Figura 8A- Cenário atual com expansão de borda de 100 metros que marca a distância de 200 metros entre os fragmentos.	55
Figura 8B- Cenário 1: modificações feitas para cumprimento das APPs e tornar os fragmentos com alta VER em no mínimo média VER. Inclusão de borda de 200 metros para visualização da conectividade...	56
Figura 8C- Cenário 2: fragmentos com VER reduzida e melhor conectividade entre fragmentos. Inclusão de borda de 200 metros para visualização da conectividade..	57
Figura 9-Vegetação natural dos três cenários.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classes de Uso da Terra, número de polígonos (manchas- <i>patches</i>) e suas respectivas áreas.	38
Tabela 2- Comparações gerais entre os Cenários 0, 1 e 2.....	60
Tabela 3- Redução de área no Cenário 2 da Pastagem, Silvicultura e Cultura Temporária.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Distribuição percentual do número de fragmentos de vegetação natural por cada classe de tamanho em hectares.	44
Gráfico 2- Porcentagem dos fragmentos classificados em cada grau de vulnerabilidade nos Cenários 0, 1 e 2.	60
Gráfico 3- Comparação da porcentagem de Vegetação Natural e Áreas Antrópicas Produtivas nos três cenários.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP- Área de Preservação Permanente

AF- Áreas Fonte

AR- Áreas Ralo

CNES- Centre National d'Études Spatiales

Epagri- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

I/B- Área de Interior dividida pela Área de Borda

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PSA- Pagamento por Serviços Ambientais

SDS- Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina

SIG- Sistemas de Informações Geográficas

SR- Sensoriamento Remoto

VER- Vulnerabilidade Ecológica Relativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
2 OBJETIVOS.....	27
2.1. Objetivo Geral.....	27
2.2. Objetivos Específicos.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. A ÁREA DE ESTUDO.....	29
3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	31
3.2.1. Caracterização e análise da área de trabalho.....	31
3.2.1.1. Classes de Uso da Terra.....	31
3.2.1.2. Área de Preservação Permanente (APP)	32
3.2.1.3. Integridade Ecológica.....	33
3.2.2. Propostas de planejamento do uso da terra.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. Caracterização do Uso da Terra.....	37
4.2. Área de Preservação Permanente (APP)	39
4.3. Análise da integridade ecológica.....	43
4.3.1. Vulnerabilidade Ecológica Relativa.....	46
4.3.2. Conectividade da paisagem.....	50
4.3.3. Cenários 0, 1 e 2.....	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
6 REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Quando chegaram aqui, os europeus encontraram uma natureza exuberante que se estendia pela costa brasileira e que marcou profundamente a imaginação desse povo: a Mata Atlântica. Mais do que isso, construiu-se uma imagem paradisíaca que continua até hoje como parte da cultura brasileira, embora a realidade, infelizmente, seja outra.

A paisagem no bioma Mata Atlântica era formada por áreas contínuas, perfazendo cerca de 1.300.000 km² desde o Nordeste Brasileiro até o Rio Grande do Sul (HIROTA, 2003) e foi ao longo do tempo progressivamente transformada em pequenos pedaços remanescentes, isolados uns dos outros e mergulhados em paisagens em mosaico alteradas pelos humanos. Esse processo, conhecido como fragmentação de habitats, é considerado atualmente como uma das maiores ameaças à biodiversidade global e uma série de estudos mostram que não é possível ter a ilusão de que fragmentos são réplicas completas do habitat original (PIRES et al., 2006).

São urgentes medidas de conservação da na Mata Atlântica, já que a maior parte dos remanescentes florestais encontra-se na forma de pequenos fragmentos, altamente perturbados, isolados, pouco conhecidos e pouco protegidos (VIANA, 1995). Diversos ciclos desenvolvimentistas eliminaram a maior parte de seus ecossistemas naturais para obtenção de produtos agrícolas e atualmente abriga os maiores polos industriais, silviculturais e canavieiros, além dos mais importantes aglomerados urbanos do Brasil (RODRIGUES et al., 2009).

Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica (2016) há aproximadamente, 8,5% de remanescentes florestais com mais de 100 hectares de área nesse bioma. Em relatório referente ao período de 2015/2016 divulgado pela mesma Fundação e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2017), a soma de todos os fragmentos de floresta nativa de Mata Atlântica com mais de 3 hectares foi de somente 12,4% em relação ao que havia anteriormente ao descobrimento do Brasil; e Santa Catarina apresenta um aumento de 41% no desmatamento desse bioma no período de um ano, ocupando a quinta colocação nacional em área desmatada.

A região Oeste de Santa Catarina hoje tem destaque agrícola no Estado e País, mas tanto avanço na região trouxe, além do desenvolvimento econômico, muita degradação ambiental. As águas superficiais, por exemplo, encontram-se afetadas pelo uso intensivo de agrotóxicos, pelo assoreamento dos rios ocasionado pela erosão dos solos (muitas vezes devido à exploração de solos inaptos para culturas

anuais) e poluição urbano-industrial (DENARDIN; SULZBACH, 2005). Por essas e outras razões, a biodiversidade desse bioma está em perigo.

Vivem na Mata Atlântica mais de 20 mil espécies de plantas, sendo 8 mil endêmicas, aproximadamente 300 espécies de mamíferos; 992 espécies de aves; 200 répteis; 370 anfíbios; 350 peixes. Isso significa que nessa área que representa 0,8% da superfície terrestre do planeta, estão presentes mais de 5% das espécies de vertebrados do mundo (PINTO et al., 2012). Toda essa riqueza está profundamente ameaçada, e dado seu alto grau de endemismos e ameaças de extinções iminentes, a Mata Atlântica é considerada como um dos cinco principais biomas no ranking dos *Hotspots* de biodiversidade do planeta (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2011).

Como Fahrig (2003) destaca, frequentemente a fragmentação é definida como um processo da paisagem que envolve tanto a perda de habitats como a separação dos remanescentes. Isso porque enquanto a perda de habitats em ambientes terrestres está relacionada a retirada da vegetação natural, para que o solo seja ocupado por uma atividade humana como agropecuária ou urbanização, os remanescentes naturais que persistem fazem parte de uma paisagem agora fragmentada. Além disso, o autor evidencia também como efeito da fragmentação o aumento no número de manchas de habitats, a redução do tamanho e o aumento do isolamento dessas manchas.

Estando isolados e cercados por um tipo de habitat diferente do qual são compostos, esses fragmentos florestais podem ser considerados como "ilhas de habitat" (WILCOX, 1980), permitindo que sejam aplicados ao estudo dos fragmentos continentais investigações feitas com biotas insulares (PIRES et al. 2006). Nesse contexto, a teoria de Biogeografia de Ilhas se destaca.

Proposta por MacArthur e Wilson (1967) a Teoria de Biogeografia de Ilhas baseia-se em três principais observações: comunidades insulares são mais pobres em espécies do que as comunidade continentais com fatores equivalentes; a riqueza de espécies aumenta conforme o tamanho da ilha aumenta e esta riqueza diminui com o aumento do isolamento. Para esses autores o número de espécies em uma ilha é resultado do balanço entre imigração e extinção. Porém existem alguns limites na analogia entre essa teoria e o processo de fragmentação, como não considerar alguns fenômenos importantes em paisagens fragmentadas (LAURANCE, 2008).

Mesmo que atualmente haja consenso de que em sua forma original tal teoria não seja capaz de explicar os efeitos que a fragmentação dos ambientes causa sobre a diversidade de espécies, ela

inspirou milhares de experimentos e estudos sobre a fragmentação de habitats. Estes consolidaram a Ecologia de Paisagens como uma ciência aplicada ao estudo e análise das paisagens amplamente transformadas pela ação humana (HAILA, 2002).

Outra teoria importante na Ecologia de Paisagens é a de metapopulações, que surgiu com o intuito de explicar como diferentes níveis de conectividade afetam a persistência em longo prazo de uma população de uma determinada espécie em um determinado local, descrever e prever a dinâmica de populações, como extinções de espécies que ocupam fragmentos de habitats (HANSKI; GILPIN, 1991). Segundo Levins (1969), que criou o termo, uma metapopulação é uma "população de populações". Hanski e Gilpin (1991) complementam dizendo que uma metapopulação é um conjunto de populações locais de uma espécie que estão ligados por dispersão.

O elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais traz desafios enormes para a conservação (VIANA; PINHEIRO, 1998). Como sugerem Hollanda, Campanharo e Cecílio (2012), uma maneira para reverter essa situação de degradação ambiental é a realização de ações de manejo que envolvam de forma integrada as inter-relações dos subsistemas social, econômico, demográfico, biofísico e das formas de desenvolvimento sustentáveis, aplicadas em nível local ou regional.

A importância de pensar-se localmente para a conservação está no fato de que grande parte dos problemas envolvendo o meio ambiente podem ser vestígios de decisões que nunca foram feitas de forma consciente, resultantes de uma combinação de uma série de pequenas decisões. Esse processo é conhecido como “tirania das pequenas decisões”, conforme expressão criada pelo economista Alfred E. Kahn e ampliada às questões ambientais por Odum (1982). Nesse cenário, encontram-se especialmente as pequenas propriedades rurais, nas quais a destruição de habitats naturais é vista como de pouca importância e impacto devido ao tamanho reduzido das áreas, porém os efeitos dessas pequenas decisões são cumulativos e causam mudanças ecossistêmicas.

As pequenas decisões a respeito do uso da terra, conscientes ou não, podem redundar em grandes perdas e devem ser feitas percebendo que, até do ponto de vista econômico, os atuais modelos intensivos de produção agrícola e pecuária são insustentáveis e prejudicam a si mesmos, já que a biodiversidade por eles ameaçada é responsável por serviços ecológicos indispensáveis para sua realização. Segundo Altieri (1994), nos sistemas agrícolas, esses serviços incluem, por exemplo, a ciclagem de nutrientes, a regulação do microclima e de processos

hidrológicos locais, a polinização, o controle da abundância de organismos que podem tornar-se pragas ou causar doenças.

Complementarmente, pode-se citar várias outras funções ambientais que fornecem bens e serviços à sociedade. Por exemplo, as funções de regulação, que incluem os processos ecológicos essenciais e os sistemas de suporte de vida, como a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos ambientais como o ar, a água, e o solo; as funções de suporte (o espaço físico oferecido pelos sistemas naturais e semi-naturais para as atividades humanas como habitação, cultivo, recreação e circulação); as funções de produção, providenciadas pelos recursos naturais relacionados à estrutura do ecossistema como água, alimento, solos, minérios, clima, fontes de energia e materiais genéticos, utilizados para a produção humana; e as funções de informação que contribuem para a manutenção da saúde mental do homem, providenciando oportunidades de reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo e experiência estética (DE GROOT, 1992).

Pensando na influência exercida pelas mudanças locais para na biodiversidade e serviços ecológicos, o planejamento ambiental surge como uma ferramenta de grande importância. Seu principal objetivo é decidir, entre alternativas, o melhor uso possível dos recursos ambientais de uma região. O planejamento ambiental ocupa-se em buscar a melhor combinação de usos de uma área, para satisfazer a necessidade de um maior número de pessoas de forma sustentável, ou seja, para hoje e para o futuro (PIRES, 1995). E no sentido de buscar responder às questões de como esse ambiente deve ser planejado, a Ecologia da Paisagem destaca-se como ciência.

Como definição, a Ecologia de Paisagem estuda os padrões da paisagem, das interações entre manchas em um mosaico de paisagem e a forma pela qual estes padrões e interações mudam no tempo. Isso baseia-se na ideia de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam, fortemente e determinadamente, as características ecológicas, dessa forma, quantificar a estrutura da paisagem é necessário para que se possa estudar a função e a mudança da paisagem (CASIMIRO, 2000).

Segundo Turner e Gardner (1990, p.173):

as paisagens, como outras unidades ecológicas de estudo, são dinâmicas na sua estrutura, função e padrões espaciais. Tal como comunidades, são compostas de espécies e populações, as paisagens são conjuntos de habitats, comunidades e tipos de uso do solo. A configuração espacial destes elementos

pode ser atribuída a uma combinação de fatores ambientais e forças humanas.

Uma paisagem pode ser descrita como sendo composta por três tipos de elementos que permitem que sejam feitas comparações entre paisagens distintas e que princípios gerais sejam traçados, a saber: as manchas, áreas ou polígonos (*patches*); os corredores; e a matriz, que combinam-se para formar uma variedade de mosaicos (FORMAM; GODRON, 1986).

Os corredores são frequentemente mencionados como estratégia de conservação por influenciarem na conectividade funcional da paisagem. São definidos como áreas homogêneas e apresentam disposição espacial linear. A matriz compreende o conjunto de ambientes alterados pelos humanos que envolvem os remanescentes de habitat (FORMAM; GODRON, 1986). Esta já foi considerada como inóspita e homogênea pelas teorias de Biogeografia de Ilhas e Metapopulações, porém hoje sabe-se que a matriz funciona como um filtro, por possuir distintos graus de permeabilidade ao deslocamento ou à ocorrência de diferentes espécies (RICKETTS, 2001), sendo que a fauna que coloniza a matriz geralmente apresenta adaptações especiais e amplos limites de tolerância (GASCON et al., 1999).

Já as manchas, segundo Forman e Godron (1986, p.15), podem ser definidas como uma “superfície não linear, diferindo em aparência da sua vizinhança”. Os autores também salientam para suas variadas possíveis origens: manchas de perturbação (como a exploração florestal e sobrepastoreio); manchas remanescentes (quando há perturbação generalizada em seu entorno); manchas de regeneração; manchas de recurso ambiental (funcionam como áreas colonizadoras e de manutenção de espécies); manchas introduzidas (resultado da ação humana, como plantações e construções); e as efêmeras que podem ser, por exemplo, as migrações.

O estudo da ecologia de paisagem vem sendo facilitado pelo uso do sensoriamento remoto (SR) e dos sistemas de informações geográficas (SIG). As vantagens que esses trazem ao processamento e a análise de dados espaciais tornam-os técnicas fundamentais para análise, monitoramento e modelagem das práticas de manejo (LACHOWSKI et al., 1994). Segundo Câmara & Freitas (1995) o SIG compreende sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos, permitindo captar, modelar, recuperar, manipular, consultar, analisar e apresentar soluções com esses dados georreferenciados.

Visto a importância de estudos e mudanças nas paisagens antropizadas, esse estudo busca reunir conhecimentos teóricos para que

através da análise e planejamento ambiental de uma microbacia, possa despertar a atenção de tomadores de decisão sobre a urgência na adoção de medidas para a conservação.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Propor cenários de uso da terra visando a conservação da biodiversidade e consequente melhoria da integridade ecológica de uma microbacia hidrográfica no município de São Miguel do Oeste/SC.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização do uso da terra e dos elementos estruturais da paisagem desta microbacia.
- Analisar o estado de fragmentação e conectividade de habitats naturais na microbacia hidrográfica.
- Analisar a estrutura da paisagem da microbacia em questão.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. A ÁREA DE ESTUDO

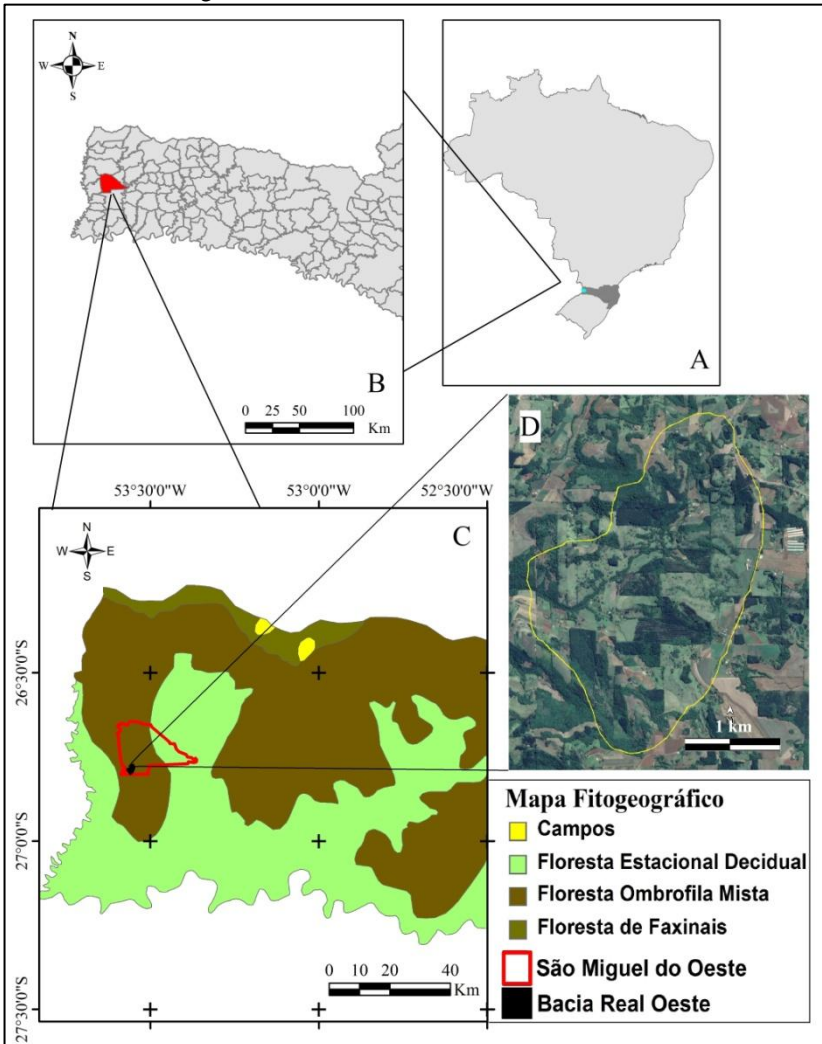
A microbacia, objeto do presente estudo, representada pelo nome Baía Real Oeste, está dentro dos limites do município de São Miguel do Oeste, na bacia hidrográfica do Rio Peperi-Guaçu, estando localizada aproximadamente entre as coordenadas 26°46'19" e 26°48'14" latitude Sul, e 53°32'47.5" e 53°34'17.8" longitude Oeste. Possui uma área de 543 ha, que perfazem aproximadamente 2,32 % do território do município (23.403,6 ha).

Com população estimada de 38.984 habitantes (IBGE, 2015), São Miguel do Oeste é a maior cidade do Extremo-Oeste catarinense e pela classificação climática de Köppen-Geiger, encontra-se em região de clima subtropical úmido (Cfa). A pluviosidade no município é significativa e uniforme ao longo do ano, sendo a média anual de 1959 mm. O mês de outubro é o que apresenta maior índice de precipitação (média de 193 mm), enquanto que julho é o mês mais seco, com 138 mm de precipitação (CLIMATE-DATA.ORG, 2016).

Conforme dado do INCRA (2013) o tamanho do módulo fiscal do município de São Miguel do Oeste é de 20 hectares.

Segundo Souza et al. (2012), no território do município a cobertura vegetal pertence às regiões fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista e também Floresta Estacional Decidual, sendo que a fitofisionomia da área da microbacia é de Floresta Ombrófila Mista (Figura 1).

Figura 1- A: Estado de Santa Catarina. B: Localização geográfica do município de São Miguel do Oeste. C: Mapa das regiões Fitogeográficas e localização da Microbacia. D: Imagem de Satélite mostrando a microbacia Real Oeste.



Fonte: A, B- a autora (2017); C adaptado de SOUZA et al. (2012); D- CNES/ Airbus: Google Earth (2016).

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1. Caracterização e análise da área de trabalho

Para caracterização física da área de trabalho foram usados os softwares ArcMap 10.1 (1999-2012), Google Earth e MapInfo Professional 11.0.

A delimitação da bacia hidrográfica da área em estudo foi realizada com base no mapa topográfico em escala 1:50.000, elaborado através de cooperação técnica entre Epagri e IBGE (2004), e mapa digital de hidrografia em escala 1:50.000, elaborado através de cooperação entre Epagri e Diretoria de Recursos Hídricos da SDS (2005). A partir desses dados traçou-se uma área delimitando a área da microbacia Real Oeste.

3.2.1.1. Classes de Uso da Terra

As classes foram definidas fazendo uma análise prévia de quais usos da terra são encontrados na microbacia, para então definir as diferentes classes que representassem distintos recursos e habitats para a biodiversidade local:

- Vegetação Natural: áreas com vegetação arbustivo-arbórea que encontram-se em diferentes estágio de sucessão e conservação;
- Silvicultura: cultivos de espécies arbóreas com interesse madeireiro, com predominância de cultivo de espécies exóticas como Pinus e Eucalipto, mas também consórcio com espécies nativas como erva-mate;
- Cultura Temporária: lavouras, principalmente de milho e soja;
- Pastagem: áreas destinadas a pastagem do gado ou à técnica de pousio;
- Piscicultura/ Tanques d'água: tanques d'água artificiais voltados a criação de peixe ou dessedentação do gado;
- Rios: corpos d'água perenes e intermitentes;
- Construções: residências, galpões e outras construções humanas;
- Estradas: caminhos asfaltados ou estradas de terra.

Para classificação dos elementos foi efetuada análise digital de imagens de satélite CNES (Centre National d'Études Spatiales)/ Airbus

Defence and Space, datadas de Agosto de 2016 disponibilizadas pelo programa Google Earth. A classificação foi feita por meio do método visual de digitalização em tela, *on screen digitizing*, no Google Earth.

Para reconhecimento dos elementos manteve-se uma altitude do ponto de vista de aproximadamente 1.3 km. Identificada a existência de uma aérea com uso da terra diferente das circundantes, aproximou-se a imagem para fazer a identificação da classe. Depois de traçados no Google Earth, os polígonos foram exportados para o programa MapInfo no formato *KMZ*.

Após os recortes dos polígonos para que suas bordas ficassem justapostas, os polígonos menores a 0,0005 hectares foram excluídos e considerados como erro de digitalização.

Como a maior parte da vegetação das margens dos rios da microbacia não forma uma mata de galeria com conexão da copas, quando cortado por um rio ou estrada, o fragmento foi considerado disjunto, já que para vários organismos esses rios ou estradas representam barreiras para a dispersão.

Foram percorridas áreas em campo para checagem da classificação feita com base nas imagens. A checagem foi feita só nas áreas em que a dúvida da classificação era entre silvicultura e vegetação natural, já que como as imagens de satélite utilizadas são de agosto de 2016, muitas áreas de pastagem são alteradas para cultivo temporário ou vice-versa. Com aparelho de GPS e com as coordenadas geográficas dos pontos nos quais havia incerteza, houve a observação em campo de qual era o uso do terra naquela área.

3.2.1.2. Área de Preservação Permanente (APP)

As APPs hídricas foram especificadas com base no Art. 4º, Parágrafo II da Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que determina como APP as áreas com raio mínimo de 50 (cinquenta) metros no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica; e tendo os cursos d'água naturais perenes e intermitentes (excluídos os efêmeros) encontrados na microbacia com largura inferior a 10 metros, as faixas marginais de APP exigidas são de 30 (trinta) metros.

Com informações presentes nos mapas digitais de hidrografia e investigação com moradores e proprietários da região, foi possível localizar e identificar os cursos d'água e as nascentes e olhos d'água perenes. As investigações constituíram-se de conversas informais sobre a localização e perenidade dos corpos d'água.

A delimitação das APPs hídricas foi feita com a aplicação da operação buffer no MapInfo. Através do uso de imagens de satélite foi possível classificar as áreas dentro do limite da APP em duas categorias: área com remanescente natural e área a ser recuperada.

Para identificar as APPs de relevo usou-se mapas topográficos, o Artigo 105 da Lei Complementar nº 002/2011 (SÃO MIGUEL DO OESTE, 2011) e Inciso V do Art. 4º da Lei Nº 12.651 (BRASIL, 2012) que institui como APP as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

3.2.1.3. Integridade Ecológica

A área foi analisada a partir de uma abordagem ecológica da paisagem verificando a existência de uma matriz da paisagem e fragmentos de vegetação natural. Para a análise da integridade ecológica da bacia foram realizados os seguintes procedimentos modificados de Pires et al. (2004) sendo que os índices de paisagem utilizados estão entre os preconizados por Forman e Godron (1986), Turner e Gardner (1990) e Mcgarigal e Mark (1995) para avaliar quantitativamente os padrões e estrutura da paisagem:

a) Fragmentos de vegetação natural

Discriminação dos fragmentos de vegetação natural com cobertura arbóreo-arbustiva seguindo procedimento da identificação das classes de uso da terra acima descrito.

b) Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER)

Análise do grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa dos fragmentos de vegetação natural classificando-os através da relação interior/borda modificada de Pires (1995). Foi delimitada uma área de 30 metros da borda para o interior de cada fragmento, sendo essa faixa considerada “área de borda”, e o restante do fragmento considerado como “interior”. Com isso, obteve-se a relação Interior/ Borda (I/B), dada pela divisão da área de interior pela área de borda.

O grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa indica o quanto um fragmento é vulnerável à perda de biodiversidade, em relação aos outros fragmentos estudados na mesma paisagem (PIRES, 1995).

Também calculou-se o Índice de Borda através da seguinte fórmula:

$$D: L/2\sqrt{\pi A}$$

onde:

D = Índice de Borda

L = Perímetro

A = Área

Após analisar os índices encontrados, classificou-se os fragmentos em:

- Fragmentos menos vulneráveis aqueles com I/B maior que 0,4
- Fragmentos com média vulnerabilidade aqueles com I/B entre 0,06 e 0,4
- Fragmentos com alta vulnerabilidade aqueles com I/B menor que 0,06

c) Conectividade da paisagem

A análise da conectividade da paisagem (grau de isolamento de fragmentos de vegetação natural) foi realizada através da medição de distâncias previamente determinadas de 30, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 metros entre os fragmentos. Ranta et al. (1998) afirmam que devido ao fato de não se saber muito sobre as habilidades de dispersão de organismos que habitam os fragmentos de floresta, essas distâncias utilizadas entre fragmentos não têm conexão explícita com as reais distâncias de dispersão, mas que pode-se supor que apenas alguns organismos podem atravessar limites superiores a 350 m. Devido a isso esse limite máximo foi utilizado neste trabalho, sendo, porém, interessante avaliar, dentre as espécies descritas para a região, quais os grupos estariam mais suscetíveis ao isolamento nessas distâncias.

Um fragmento foi considerado isolado de outros a uma distância d quando, após a expansão de borda de todos os fragmentos através de um buffer com a medida $d/2$, não houve sobreposição de sua área de borda com a de outro fragmento. Já nos casos em que após a expansão de borda houve sobreposição com outra, os fragmentos vizinhos foram considerados conectados, ou seja, para organismos com capacidade de dispersão igual ou superior a d , há a possibilidade hipotética de acesso entre esses fragmentos classificados como conectados. O procedimento analítico foi realizado em ambiente SIG.

3.2.2. Elaboração de proposta de planejamento do uso da terra

Após a caracterização da situação da área da microbacia com diagnóstico da fragmentação (número e tamanho dos fragmentos) e o grau de isolamento entre os fragmentos da microbacia, foram construídos mapas com adequações à legislação e simulação de dois cenários para melhoria da integridade ecológica.

A partir do cenário atual (Cenário 0) realizaram-se adequações para a construção do Cenário 1. Os fragmentos considerados muito pequenos e com maior VER foram ampliados e tiveram mudanças de forma, necessárias para se obter um valor médio da área do Interior em

relação a área de borda. O Cenário 1 também incluiu as áreas para cumprimento do Art. 4º, Parágrafo II da Lei Nº 12.651.

Quando os fragmentos eram muito pequenos foi realizado preferencialmente a conexão deles com outros fragmentos. Quando esses fragmentos estavam muito distantes de outros, realizou-se a adequação da forma, para que se aproximasse mais de um formato redondo e aumentasse sua área de interior.

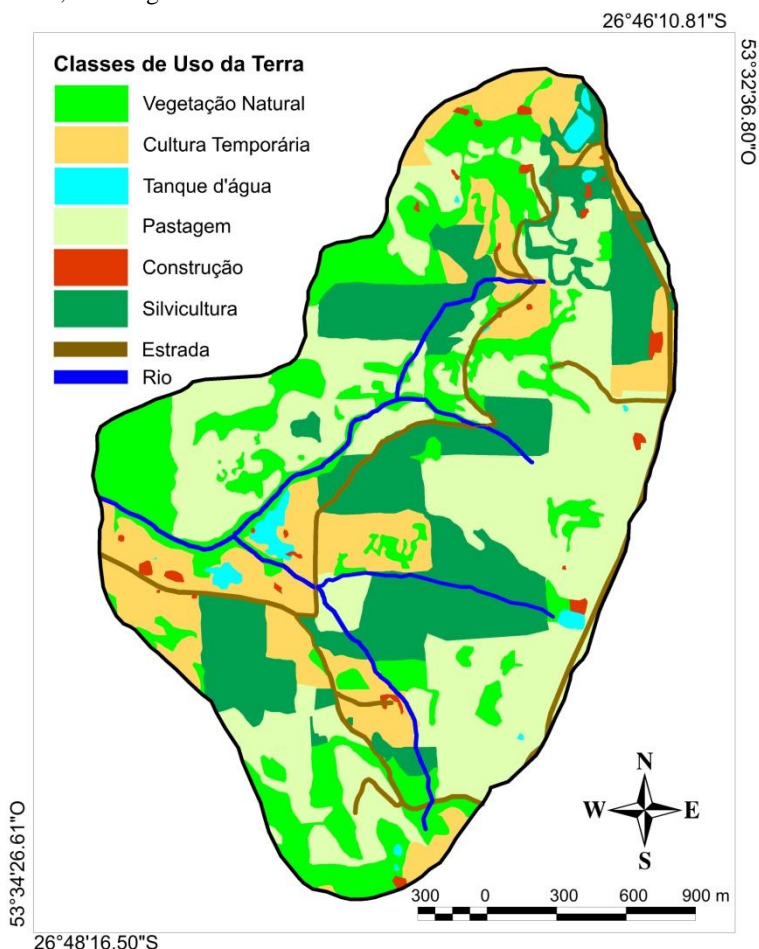
Para o Cenário 2 foram feitas otimizações dos fragmentos já ampliados do Cenário 1. Isso deu-se através da análise de sobreposição das bordas expandidas para identificar os pontos mais próximos, de maior interesse, por exemplo, características do relevo, para a conexão dos fragmentos. As conexões sugeridas dependeram do uso da terra atual daquela área, respeitando peculiaridades do local, como a existência de estradas e rios que impossibilitassem a conexão. Os “fragmentos de ligação” foram sugeridos para funcionarem como “trampolins”, também conhecidos como “*stepping stones*” para conectar fragmentos ou “arquipélagos” de fragmentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO USO DA TERRA

O uso da terra na microbacia é diversificado, havendo cultivos agrícolas, pastagem, silvicultura (com predomínio de eucalipto), piscicultura, construções rurais, e fragmentos de vegetação natural, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2- Mapa ilustrativo das Classes de Uso da Terra na microbacia Real Oeste, São Miguel do Oeste- SC.



A classe de uso da terra com maior área somada é a de pastagens (201,309 ha) que corresponde a 37,08% da área total da microbacia; seguida pelas áreas de silvicultura (119,857 ha) e então pelos fragmentos de vegetação natural que somam 114,297 hectares e compõe 21,05% da área total da microbacia (Tabela 1).

Tabela 1- Classes de Uso da Terra, número de polígonos (manchas- *patches*) e suas respectivas áreas.

Uso da Terra	Nº de Polígonos	Área (ha)			Total	% Bacia
		Mínima	Máxima	Média		
Pastagem	44	0,001	42,415	4,575	201,309	37,078
Silvicultura	35	0,001	20,829	3,424	119,857	22,076
Vegetação Natural	47	0,003	24,170	2,432	114,297	21,052
Cultura Temporária	33	0,001	12,127	2,707	89,335	16,454
Tanques d'água	13	0,010	2,435	0,508	6,605	1,217
Estrada	11	0,003	1,420	0,507	5,573	1,026
Construção	34	0,013	0,558	0,124	4,201	0,774
Rio	1	1,760	1,760	1,760	1,760	0,324
TOTAL	218				542,938	

A microbacia engloba os elementos da paisagem descritos por Dramstad e colaboradores (1996): as manchas, corredores e a matriz, sendo que esta paisagem caracteriza-se como um mosaico de manchas de remanescentes naturais imersos em uma matriz principal antropizada, na qual há prevalência de pastagens para o gado.

Segundo dados do IBGE (2016), a produção agrícola de 2015 em lavouras permanentes no município de São Miguel do Oeste, a uva e laranja foram os cultivos mais produtivos e com maior área de plantio, aquela com 105 toneladas em 15 ha e esta com 120 toneladas produzidas em uma área de 10 hectares. Já em lavouras perenes os cultivos com maiores áreas e suas produções foram de:

Milho com 3.300 ha plantados e 26.190 toneladas produzidas;

Soja com 1.300 ha e 4.290 toneladas;

Trigo com 350 ha e 630 t;

Fumo plantado em 170 ha e 306 t;

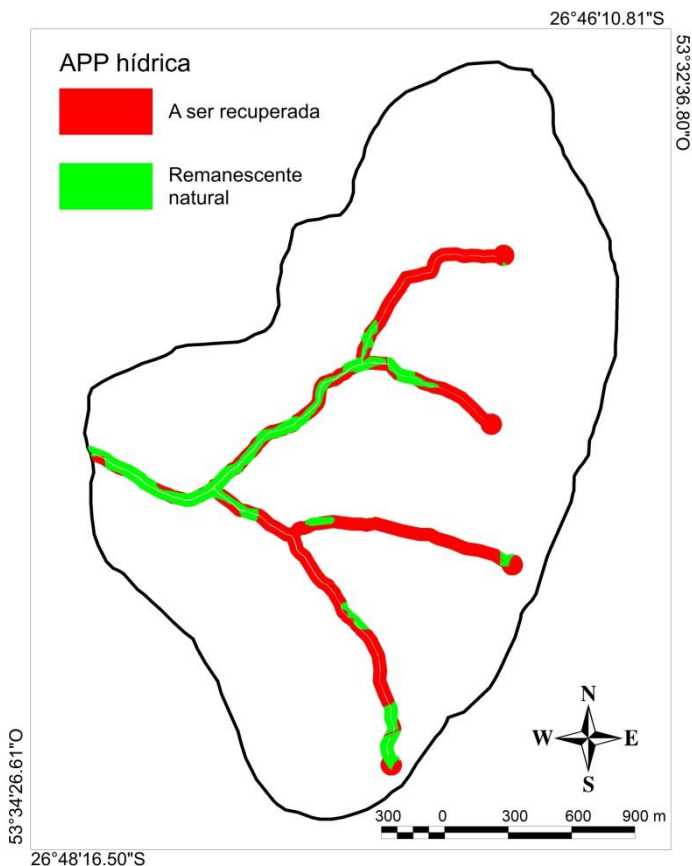
A diversificação no uso da terra encontrada na microbacia é reflexo de como ocorreu a colonização da região Oeste de Santa Catarina. Ela intensificou-se a partir da década de 1940, iniciando com um modelo fundiário de pequenas propriedades agrícolas (ALVES, 2006). No início a extração da mata nativa fornecia madeira para construção de casas, construções em propriedades rurais e o excedente era vendido. Enquanto as colônias estavam se estabelecendo, a produção agrícola começou a crescer. E mesmo com limitações de pedregosidade, declividade e restrições ao uso, a fertilidade natural do solo permitia uma boa produção de feijão, trigo e também milho, estes indispensáveis para alimentação de criações, principalmente de suínos (TESTA et al., 1996). Com esse processo, a vegetação original foi sendo substituída por áreas antropizadas, como o que é visto na microbacia Real Oeste.

Muitas construções são identificadas como moradias, caracterizando a existência de várias chácaras e sítios não muito grandes e com uso da terra diversificado, o que mostra que esse modelo fundiário de pequenas propriedades agrícolas permanece na microbacia. Conforme investigação com os moradores, existem 23 propriedades rurais na microbacia.

4.2. ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

Ao sobrepor os mapas das áreas que deveriam ser de preservação permanente conforme Art. 4º da Lei Nº 12.651 da legislação brasileira e com o mapa dos fragmentos naturais encontrados nessas áreas, obteve-se a Figura 3. Foi observado que existem 13,99 ha de fragmentos naturais remanescentes dentro da área de 50 metros no raio de nascentes e na faixa marginal de 30m em rios e córregos. Esse valor corresponde a cerca de somente 2,57% da área total da microbacia hidrográfica, 12,24% da área dos fragmentos naturais existentes, e 36,76 % da área mínima obrigatória que deveria estar protegida na forma de APP. Conforme o artigo anteriormente citado do Código Florestal, a área preservada deveria ser de 38,06 ha, sendo necessário, portanto, a recuperação de 24,07 ha.

Figura 3- Mapa das Áreas de Preservação Permanente em nascentes e margens de rios e córregos preservadas e as áreas a serem recuperadas para adequação ao Art. 4°.



Fonte: A autora (2017).

Como defendido pelo Art. 3°, Parágrafo II da LEI Nº 12.651 (BRASIL, 2012) é função ambiental da APP “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. A importância da APP é inquestionável, porém o cumprimento da legislação ambiental costuma ser muito falho em nosso país.

A realidade vista na microbacia objeto do presente estudo, é uma amostra do que Alarcon e colaboradoras (2010, p.1) alertam: “embora

seus objetivos sejam proteger os cursos d'água, as APPs têm gerado conflitos com os interesses de pequenos produtores rurais, principalmente na Mata Atlântica”.

Para os pequenos produtores rurais, destinar 20% de sua propriedade à Reserva Legal e respeitar as APPs representa uma diminuição das áreas destinadas à produção e, conseqüentemente, interfere diretamente na renda familiar (NEUMANN; LOCH, 2002). Isso gera um grande impasse, principalmente em áreas de Mata Atlântica, onde as pequenas propriedades predominam. Enquanto de um lado os conservacionistas lutam pela preservação dos remanescentes do Bioma, de outro, os extencionistas e produtores rurais, apontam a inviabilização econômica das pequenas propriedades em áreas de Mata Atlântica, se aplicadas as normas da legislação ambiental (ALARCON et al., 2010).

Como motivo para o não cumprimento da legislação também está a falta de percepção dos produtores rurais de que a preservação das APPs trará retornos diretos e indiretos que muitas vezes compensam a redução de área produtiva; e a escassez e/ou inexistência de incentivos financeiros destinados aqueles que cumprem com as exigências e colaboram com funções ambientais indispensáveis a todos.

Porém é necessário destacar que no presente trabalho a análise das áreas de APP foi baseada somente no Art. 4º da LEI Nº 12.651, sendo necessário uma análise considerando fatores que nesse trabalho não foram abordados para definir se realmente há descumprimento à legislação. Isso porque o Art. 61º-A incluído pela Lei nº 12.727, de 2012, traz ressaltas, entre elas a data da consolidação das áreas e o tamanho do módulo fiscal da propriedade que alteram a área legal de APP para as propriedades rurais.

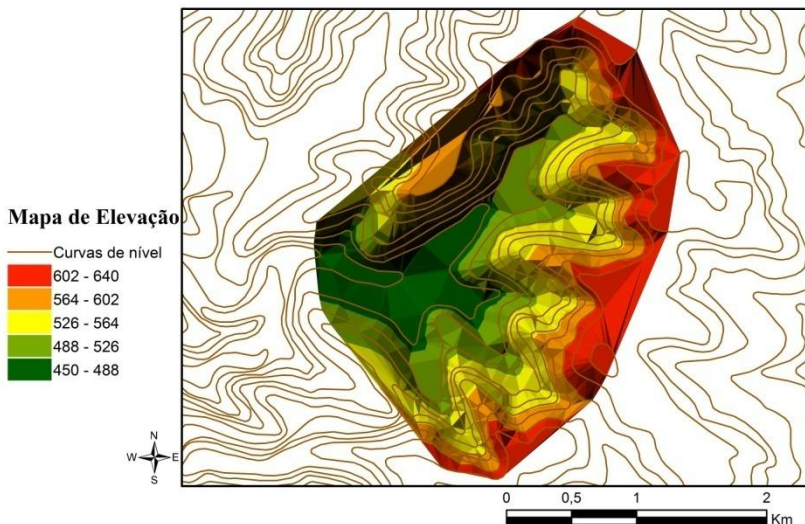
A mata ciliar que circunda os corpos d'água cumpre funções de proteção do ciclo hidrológico. Conforme Pires (1995) a supressão dela faz com que parte da água que entra no sistema via precipitação seja perdida por escoamento superficial, aumentando a erosão das partículas do solo e carreando nutrientes e agrotóxicos. Quando essa vegetação está preservada, estas partículas e produtos são “filtrados”, permitindo uma melhor qualidade da água dos córregos e rios. Entretanto, à medida que aumenta o volume de material sólido e produtos tóxicos provenientes das áreas laterais, e que essa vegetação é degradada, parte deste material acaba ultrapassando a barreira proporcionada por estas áreas, influenciando a qualidade da água dos córregos e modificando substancialmente sua geomorfologia pelo assoreamento. Além disso, o autor salienta os efeitos da compactação do solo. Ela diminui o volume

de água que era anteriormente acumulado no lençol freático, devido a redução de infiltração para o escoamento superficial da água. Desta forma, após as chuvas a água alcança os córregos mais rapidamente e em maior volume, provocando cheias de proporções maiores e, ao mesmo tempo, ocorre a diminuição do estoque de água subterrânea. A depleção do manancial subterrâneo provoca uma diminuição na disponibilidade de água que reaparece na superfície ao longo do ano, provocando a desperenização de nascentes e/ou diminuição da vazão mínima ou desperenização de córregos em épocas de estiagem.

De acordo com proprietários rurais da microbacia, a desperenização já atingiu alguns córregos da área, sendo assim extremamente relevante que as APPs hídricas sejam respeitadas e restauradas a fim de garantir que não ocorra novas desperenizações e buscando-se recuperar a perenidade dos córregos já afetados.

A microbacia hidrográfica possui uma variação altimétrica de 450 metros até 640 metros como mostrado na Figura 4. A inclinação média dos morros não é superior a 45°, não havendo dessa forma áreas na microbacia que se enquadrem em APP de relevo conforme o inciso V do Art. 4º do Código Florestal. Mesmo assim a escolha do uso da terra nas áreas com maior declividade deve ser feita com maior atenção para os processos erosivos sejam evitados.

Figura 4- Mapa de elevação mostrando o relevo da Microbacia Real Oeste, São Miguel do Oeste- SC.



Fonte: A autora (2017).

4.3. ANÁLISE DA INTEGRIDADE ECOLÓGICA

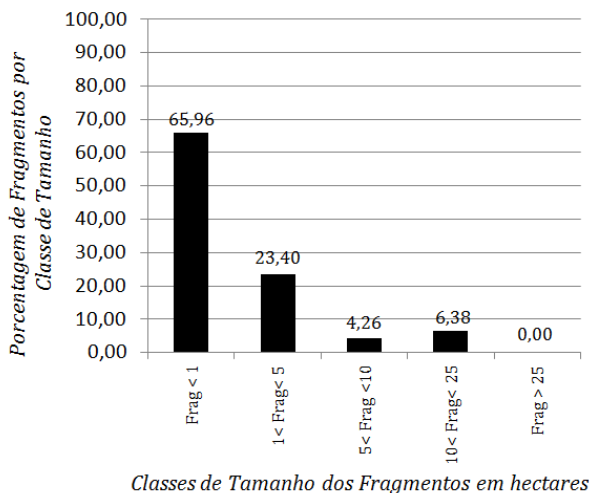
A análise da estrutura da paisagem é muito importante para o planejamento e manejo da integridade ecológica dos remanescentes. Avaliar o estado de fragmentação e verificar formas de reestabelecer a conectividade entre os elementos naturais constitui uma etapa fundamental para o manejo da paisagem. Este procedimento permite indicar as áreas mais relevantes, áreas-chave para conectar subpopulações isoladas, diminuir a taxa de extinção e conservar a biodiversidade (FORMAN, 1995).

As áreas naturais encontradas na microbacia podem ser consideradas como fragmentos remanescentes da cobertura original, os quais encontram-se em diversos graus de sucessão e recuperação dos impactos gerados pela ocupação humana.

O tamanho mínimo dos fragmentos de vegetação natural mapeado é de 0,003 ha e o máximo é 24,17 ha. A maior parte (65,96%) dos 47 fragmentos de vegetação natural tem área inferior a 1 ha. A segunda classe de tamanho dos fragmentos com maior porcentagem é a de fragmentos maiores que 1 ha e menores que 5 hectares, representando

23,4%. Já os fragmentos maiores que 5 hectares perfazem somente 10,64% de todos 47 fragmentos (Gráfico 1).

Gráfico 1- Distribuição percentual do número de fragmentos de vegetação natural por cada classe de tamanho em hectares.



De acordo com a teoria de MacArthur & Wilson (1967) as extinções costumam acontecer nas áreas menores quando: a área do fragmento é menor que a área mínima necessária para a sobrevivência de uma determinada população; ocorre redução da heterogeneidade do habitat; há intensificação das competições inter e intra específicas devido à escassez de recursos; há extinções secundárias, devido ao desaparecimento de espécies-chave; e pelo aumento dos riscos de extinções estocásticas. A principal vantagem do maior tamanho, de acordo com a teoria de MacArthur & Wilson, é que as espécies podem manter populações maiores do que em áreas pequenas, e que grandes populações são localmente extintas menos frequentemente do que populações pequenas. A intensidade dessas relações é, em média, mais acentuada para a fauna de ilhas do que para paisagens continentais fragmentadas, presumivelmente porque as terras agrícolas ou urbanas são menos hostis aos movimentos da fauna que os oceanos e lagos (LAURANCE, 2008), porém a teoria pode ser utilizada como referência para a análise da situação da microbacia.

Segundo Laurance (2008) as espécies de níveis tróficos superiores, com menor mobilidade, com maior especialização ecológica,

geralmente são os que possuem uma relação espécie-área mais intensa e, assim, respondem de forma mais negativa à redução de tamanho do habitat.

Os mamíferos de médio e grande porte estão entre os grupos de animais mais afetados pela fragmentação causada pelas atividades humanas como agricultura, desmatamentos e silvicultura, fato este relacionado às características biológicas dessas espécies, que, em sua maioria, necessitam de grandes áreas naturais para adquirir os recursos necessários para sua sobrevivência (JURASZEK et al., 2014; FEIJÓ e LANGGUTH, 2014).

Conforme levantamento faunístico realizado por Preuss et al. (2016) há registros no município de São Miguel do Oeste de seis táxons de mamíferos ameaçados de extinção. Na lista nacional estão *Leopardus wiedii*, *Leopardus tigrinus*, *Puma yagouaroundi* e *Mazama nana* classificados como vulneráveis, e na lista estadual *Leopardus pardalis* e *Mazama nana* classificados como em perigo e *Cuniculus paca* como vulnerável. O *Leopardus wiedii*, por exemplo, tem uma área de vida, que, segundo alguns estudos, varia de 1 a 20 km² (OLIVEIRA et al. 2010). Esta espécie está fortemente associada a habitats florestais e com cobertura arbórea, embora ocasionalmente tenha sido relatado fora de áreas florestais (OLIVEIRA, 1998; 2011). Ela somente usará de florestas altamente perturbadas, plantações abandonadas e outros sistemas agroflorestais se estas fornecerem cobertura arbórea suficiente (OLIVEIRA et al., 2010; TORTATO et al., 2013).

Como a área total dos fragmentos de vegetação natural da microbacia Real Oeste é de somente 114 hectares, observa-se que provavelmente essa região não proporcione mais condições favoráveis para a sobrevivência de populações de várias espécies que anteriormente ocorriam ali, sendo o *Leopardus wiedii* um exemplo. A extinção de predadores do topo da cadeia pode ser desastrosa, pois pode alterar drasticamente a abundância e a persistência de espécies nos níveis tróficos inferiores (TABARELLI e GASCON; 2005).

Contudo, o tamanho reduzido desses fragmentos não deve ser motivo para desprezar o valor que essas manchas remanescentes têm. Os ecossistemas naturais ou semi-naturais como florestas, pastagens, lagos, campos cultivados desempenham serviços ambientais, e independente do seu tamanho, têm seu papel na regulação e manutenção do equilíbrio ecológico local e do planeta (PIRES, 1995). E também porque, às vezes, esses menores fragmentos apresentam melhores condições para algumas espécies.

Um dos motivos pelo qual a teoria de metapopulações ganhou importância para a conservação, foi quando estudos sobre fragmentos de pequenas dimensões constataram que tais áreas eram as únicas que continham populações (também pequenas) de certas espécies, sendo portanto, nesses casos, as mais adequadas para sua conservação. Essa mudança de paradigma alertou os conservacionistas para a necessidade de preservar pequenos fragmentos e estudar taxas de reprodução, mortalidade e movimento de organismos entre tais fragmentos (MARINI-FILHO e MARTINS, 2000).

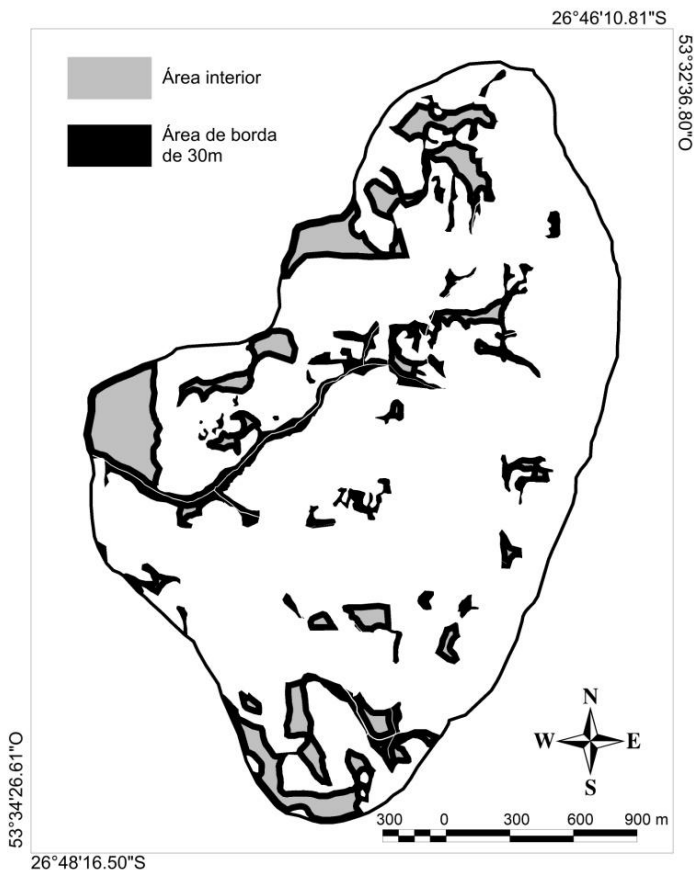
Outro fato a ser considerado é que estes fragmentos remanescentes podem ter continuação de área ou estar muito próximas a áreas fonte que localizam-se além dos limites da microbacia estudada, ou seja, a definição da abrangência da microbacia faz com que esses fragmentos sejam uma amostra do que as cerca, mas sem ilustrar exatamente o que está ao seu redor, podendo alguns fragmentos serem maiores do que considerado nessa análise.

4.3.1. Vulnerabilidade Ecológica Relativa

Quando feito o recorte de uma borda de 30 metros em direção ao interior dos fragmentos de vegetação natural, formam-se 37 polígonos de "áreas internas", os quais são mostrados na Figura 5 e cujas áreas somadas totalizam apenas 29,364 hectares (o que representa 25,69% da área de vegetação natural da microbacia). A maior área de interior dentro de um fragmento possui 10,53 ha.

O recorte da borda foi feito para que houvesse a distinção das áreas mais e menos afetadas pelo *efeito de borda*, um fator muito importante para a análise da vulnerabilidade de fragmentos. Decorrente da maior exposição às condições ambientais externas vindas da matriz antropizada adjacente, como vento, luminosidade, entrada de nutrientes trazidos pelos ventos, agrotóxicos, fogo, e seus efeitos sobre a umidade e estabelecimento de espécies (PIRES, 1995), o efeito de borda é determinado, dentre outros fatores, pelo tamanho e forma dos remanescentes florestais (SAUNDERS et al., 1991). Desse modo, as formas circulares são as ideais, já que atenuam o contato do fragmento com a matriz, minimizando áreas de contato que possibilitam o efeito de borda (FORMAN e GODRON, 1986).

Figura 5- Delimitação das áreas internas dos fragmentos de vegetação natural e suas bordas de 30 metros na microbacia Real Oeste, São Miguel do Oeste- SC.



Fonte: A autora (2017).

A análise da Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER) permitiu avaliar quais fragmentos possuem uma maior e menor possibilidade de apresentar maiores riqueza e tamanho populacional de espécies, dando indicativos das possíveis "áreas fonte" (AF) e "áreas ralo" (AR) dentro dessa paisagem (PULLIAM, 1988).

As "áreas fonte" que apresentam valor maior para a razão Interior/Borda (I/B), menor VER e maior área são de grande importância ecológica, visto que podem ser considerados remanescentes com maior biodiversidade e "focos" de irradiação e colonização das

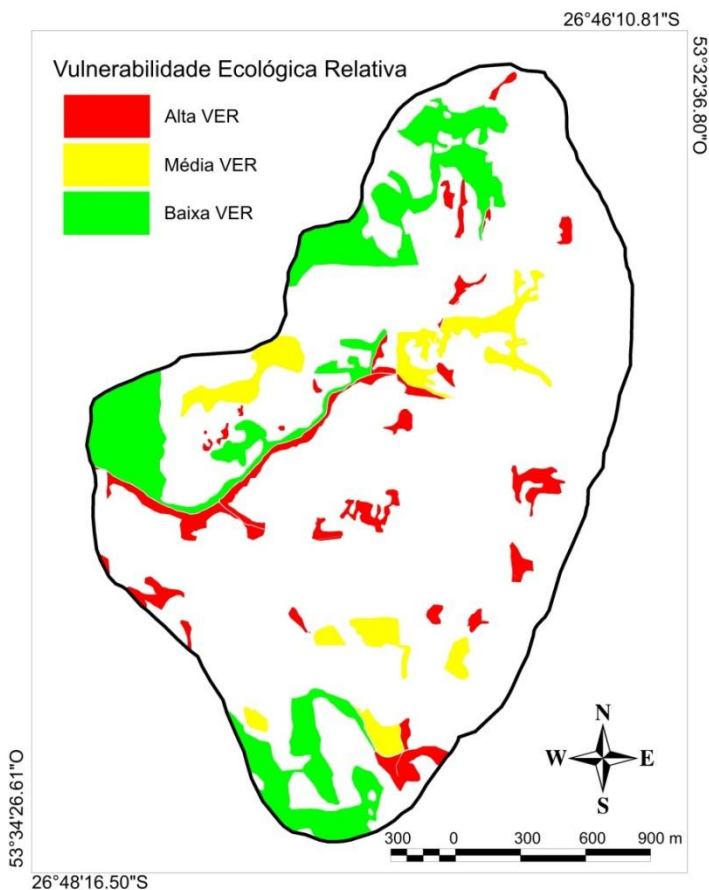
áreas adjacentes. São também importantes por aumentar a biodiversidade da paisagem e contribuir para a qualidade ambiental da microbacia hidrográfica.

Como elucidado por Pires (1995), é necessário atentar-se ao fato de que a classificação da Vulnerabilidade Ecológica é relativa à área de estudo, pois compara os fragmentos existentes dentro dessa área. Na microbacia Real Oeste, por exemplo, o diminuto tamanho das manchas remanescente faz com que todos os fragmentos possam ser considerados sob intensa ameaça de perda de biodiversidade. A utilidade dessa classificação, portanto, assenta-se em auxiliar a determinar as prioridades no manejo dos fragmentos.

A classificação da Vulnerabilidade Ecológica Relativa através dos valores da relação Interior/Borda está ilustrada na Figura 6 e categorizou 76,6% dos fragmentos (36) do Cenário Atual (C0) como tendo alta Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER), ou seja, com $I/B < 0,06$. Oito fragmentos (17,02%) possuem média VER ($0,06 < I/B < 0,4$) e somente três (6,38%) foram considerados como menos vulneráveis na microbacia ($I/B > 0,4$). Nenhum fragmento apresentou maior área de interior do que área de borda, mostrando o quão reduzidos são seus tamanhos e como a maioria possui formas muito alongadas e com reentrâncias, fazendo com que a relação I/B seja tão pequena. Quanto maior a razão I/B, maiores os fragmentos, e teoricamente, menor a vulnerabilidade às ameaças externas.

Os fragmentos com menor vulnerabilidade encontram-se isolados uns dos outros, sendo que o que está mais no extremo sul da microbacia é o mais isolado.

Figura 6- Classificação da Vulnerabilidade Ecológica Relativa dos fragmentos de vegetação natural conforme relação da área de Interior dividida pela área de Borda.



Fonte: A autora (2017).

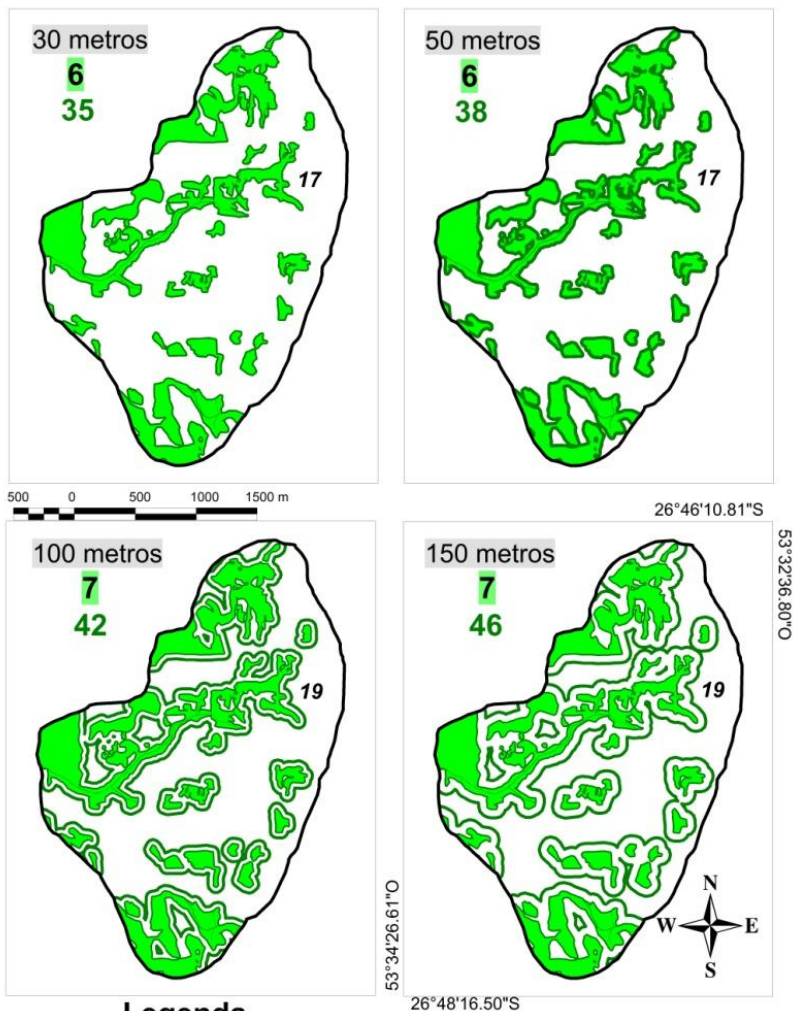
Apesar de calculado, o Índice de Borda não foi considerado para a classificação da VER, e sim somente para análise individual dos fragmentos. Vários autores adaptaram esse índice para o estudo da dinâmica de populações (FORMAN e GODRON, 1986). Como esse índice mede o quão “arredondada ou circular” é uma área, Viana e colaboradores (1992) ao referirem-se a este índice denominaram-no de taxa de circularidade. O fato de alguns fragmentos que podem ser

considerados "áreas fonte" possuírem além de uma região em forma de "ilha"(mais arredondada), uma continuidade em forma de corredor muito alongado, resultou em elevados Índices de Borda que não traduziam muito bem a situação desses fragmentos. Uma possível alternativa poderia ser a separação de formas muito diferentes e fraca conexão em dois polígonos distintos, realizando a análise separadamente.

4.3.2. Conectividade da paisagem

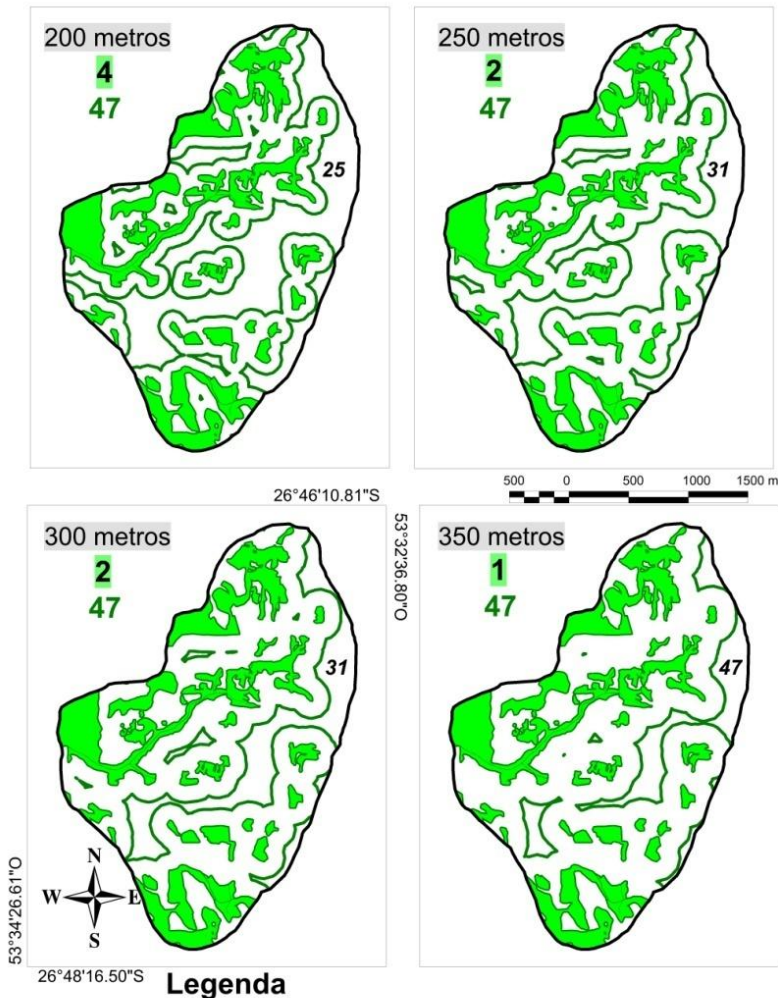
O grau de isolamento dos fragmentos pode ser observado nas Figuras 7A e 7B. Ao criar uma borda de 15 metros ao redor dos fragmentos, ou seja, marcar a distância de 30 metros entre os fragmentos, houve a conexão de 35 deles com algum outro (74,47%) e a formação de 6 arquipélagos, sendo que o maior com 17 fragmentos. A expansão com uma borda de 50 metros (distância de 100m) trouxe a conexão de 42 fragmentos e a formação de 7 arquipélagos. A partir da borda de 100 metros (distância de 200m) todos os fragmentos foram conectados com algum outro e os arquipélagos também começaram a unir-se, sendo que o maior deles englobou 25 fragmentos. As ampliações de borda de 125m e 150m representaram os mesmos efeitos entre elas, com a formação de dois grandes arquipélagos, o maior com 31 fragmentos. Com 175 metros expandidos na borda de cada fragmento houve a formação de um arquipélago único, em que todos fragmentos ficaram unidos de alguma forma, mostrando que os fragmentos encontram-se a uma distância máxima de 350 metros.

Figura 7A- Análise da conectividade dos fragmentos de vegetação natural da microbacia Real Oeste em função das distâncias entre eles.



Fonte: A autora (2017).

Figura 7B- Análise da conectividade dos fragmentos de vegetação natural da microbacia Real Oeste em função das distâncias entre eles.



Fonte: A autora (2017).

Essas distâncias avaliadas são usadas para uma análise mais voltada a qualidade ambiental da paisagem, porém a base conceitual para a ampliação e aumento da conectividade dos fragmentos em uma bacia hidrográfica envolve muitos outros aspectos característicos às necessidades de cada espécie, pois elas possuem distintas capacidades de locomoção e dispersão (PIRES et al., 2004). Vários invertebrados terrestres não voadores são praticamente sedentários, e segundo Ranta e coautores (1998), somente alguns grupos conseguem ultrapassar distâncias superiores a 350 metros, como exemplo pode-se incluir algumas mariposas mais fortes, aves, morcegos e vertebrados de maior porte. E além do limite de distância, algumas espécies possuem outras características, como algumas aves com barreiras psicológicas que as impedem de atravessar falhas estreitas na vegetação, por exemplo, entre as margens de um pequeno córrego (DIAMOND, 1975), e algumas plantas que devido por terem suas sementes dispersas por pássaros ou pelo vento podem alcançar maiores distâncias, enquanto que as que dependem de formigas ou vertebrados que vivem somente no interior da floresta, tem sua dispersão limitada devido a falta de conectividade das paisagens fragmentadas (PIRES et al., 2004).

Assim conclui-se que muitos outros organismos não conseguem percorrer essas distâncias entre os fragmentos, ficando restritos a uma menor área e diversidade de habitats.

O isolamento das manchas de habitats pode, dessa forma, reduzir ou mesmo impedir que espécies e indivíduos das áreas vizinhas colonizem esse fragmento, diminuindo assim o fluxo gênico, além de impedir que as espécies tenham acesso aos recursos localizados fora da mancha de habitat (SHAFFER, 1990).

As manchas remanescentes de áreas naturais com pouca diversidade de habitats interiores, possuem, como Pires (1995) avalia, menor chance de sustentar uma alta diversidade de espécies e populações, e a maioria das populações das espécies existentes, possivelmente não poderão sobreviver a um longo t. O próprio processo de fragmentação e diminuição das populações das espécies presentes no fragmento, coloca as mesmas em risco de extinção estocástica, ou seja, de que algum evento cause uma diminuição drástica e extinção de populações. Nesse contexto, Pires complementa que quanto menor uma população, maior é a sua vulnerabilidade à perturbações, e quanto menor o intervalo entre eventos de perturbação, mais difícil é a recuperação de uma população e seu retorno a uma população mínima segura.

4.3.3. Cenários 0, 1 e 2

É claro que para a conservação da biodiversidade o cenário ideal seria o máximo de área preservada. Contudo, sabemos que não é possível propor e cobrar que os agricultores e proprietários de terra transformem toda sua área produtiva em florestas. Por isso deve-se buscar conciliar e equilibrar o aumento de área natural com a redução de área agrícola tradicional e também melhores práticas agrícolas. Tendo em vista essa realidade, buscou-se nas propostas dos cenários 1 e 2, o que Moschini (2005) considera como uma possibilidade da Ecologia de Paisagem: encontrar "soluções espaciais" baseadas no conhecimento da capacidade suporte do ambiente biofísico e na modelagem de combinações espaciais dos ecossistemas e dos usos da terra de forma a conciliar as necessidades da sociedade com a integridade ecológica da paisagem.

No Cenário 1 (Figura 8B) adequou-se a área da microbacia Real Oeste às determinações do Art. 4º, Parágrafo II da Lei Nº 12.651 referente às Áreas de Preservação Permanente, e também reduziu-se a vulnerabilidade ecológica dos fragmentos.

No Cenário 2 (Figura 8C) alguns fragmentos tiveram novas mudanças de forma com acréscimo de área, adicionou-se os chamados *stepping stones* e conectou-se fragmentos com corredores e passagens de fauna. Atentou-se para dar prioridade a inclusão de áreas naturais nas regiões com curvas de nível muito próximas que indicassem uma angulação maior e mais risco de erosão.

No Cenário 1, quando aplicado uma expansão de borda de 100 metros para visualizar a distância de 200 metros entre os fragmentos, há o estabelecimento de dois arquipélagos, sendo que no Cenário 0, a essa distância, a conexão unia os fragmentos formando 4 arquipélagos como mostrado na Figura 8A. Já no Cenário 2 os fragmentos encontram-se a menos de 200 metros de distância, agrupando-se a essa distância todos os fragmentos em um único arquipélago, o que significa para os organismos com capacidade de dispersão de 200 metros ou mais, que estes conseguem hipoteticamente ter acesso a todos os remanescentes florestais.

No Cenário 1 e especialmente no Cenário 2 houve foco em conectar os fragmentos com menor VER, pois por representarem na microbacia os locais com hipoteticamente maior riqueza de espécies, são "áreas fonte" importantes para a dispersão de indivíduos. Com a inclusão da APP e posteriormente uma conexão com os fragmentos ao lado, o fragmento com baixa VER no extremo sul da microbacia foi

conectado com vários outros. Os outros dois fragmentos considerados com baixa VER do Cenário 0 conectaram-se no Cenário 2.

A conexão dos fragmentos no Cenário 2 deu-se através da ampliação das áreas, dos corredores, dos “trampolins” e das passagens de fauna.

Figura 8A- Cenário atual com expansão de borda de 100 metros que marca a distância de 200 metros entre os fragmentos.

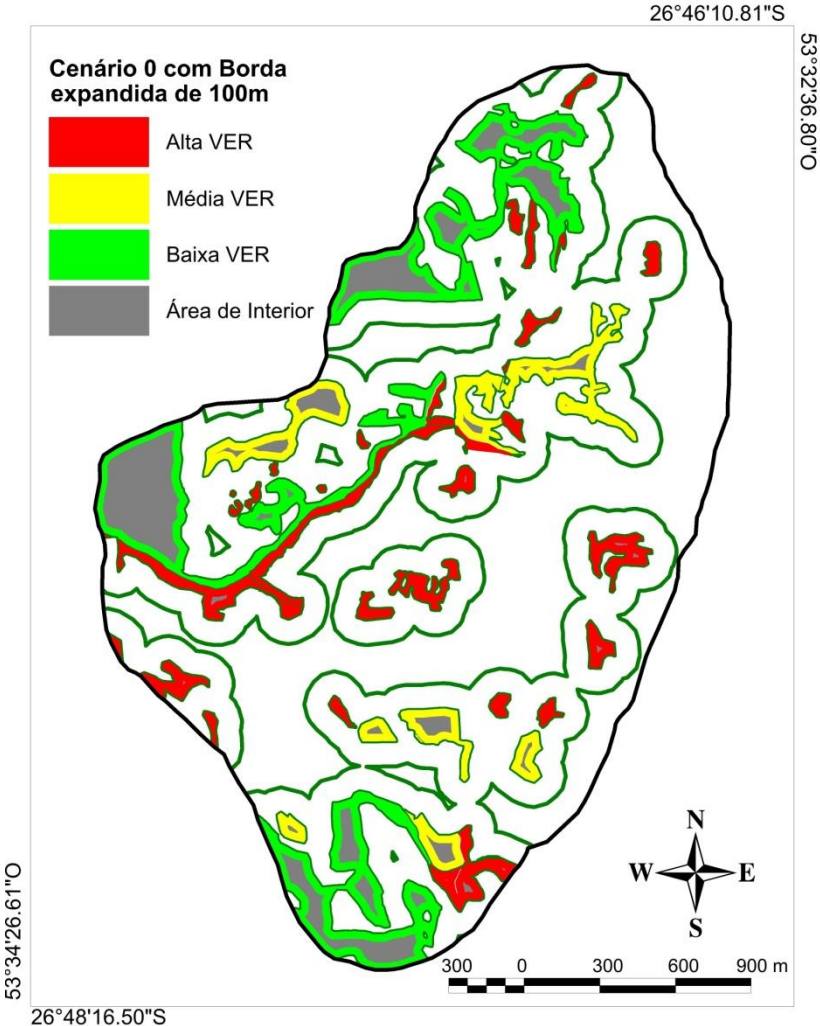
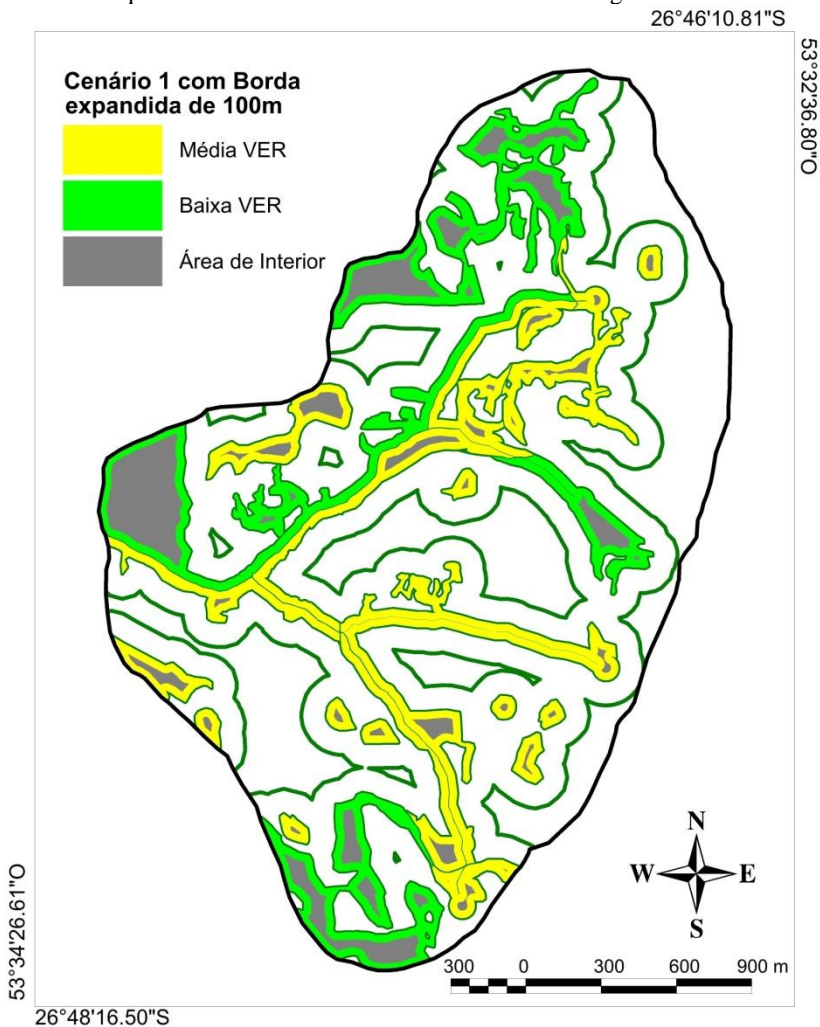
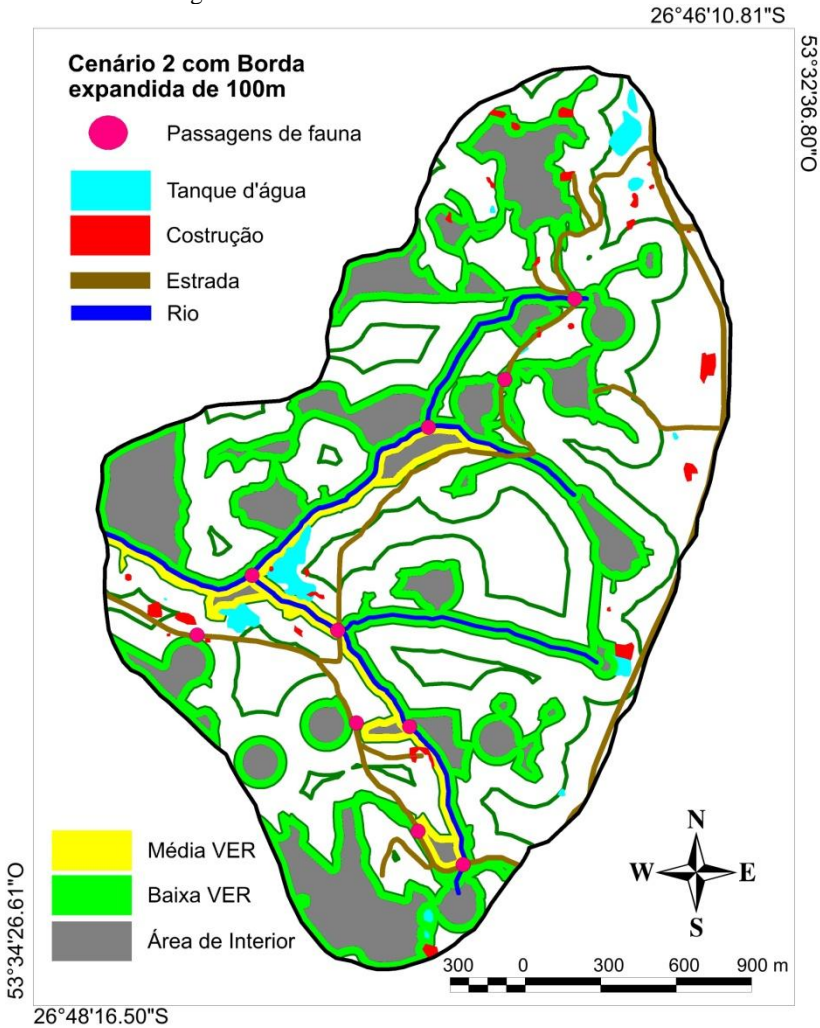


Figura 8B- Cenário 1: modificações feitas para cumprimento das APPs e tornar os fragmentos com alta VER em, no mínimo, média VER. Inclusão de borda de 100 metros que marca a distância de 200 metros entre os fragmentos.



Fonte: A autora (2017).

Figura 8C- Cenário 2: fragmentos com VER reduzida e melhor conectividade entre fragmentos. Inclusão de borda de 100 metros que marca a distância de 200 metros entre os fragmentos.



Fonte: A autora (2017).

A presença de corredores influencia a conectividade funcional de uma paisagem, que é o grau de coesão entre populações de diferentes remanescentes (UMETSU, 2005). Estes corredores devem ter uma largura mínima baseada em aspectos da biologia e ecologia das espécies que os utilizarão. O perigo no estabelecimento de corredores muito estreitos está relacionado ao fato destacado por Pires (1995) de que indivíduos que antes encontravam-se em locais protegidos, podem aventurar-se nos corredores e nem sempre conseguir retornar a um local seguro, e, portanto, estes devem oferecer habitats reais de sobrevivência e não apenas uma rota de deslocamento.

Devido à pequena escala e limitação espacial da microbacia do presente estudo, os corredores propostos provavelmente são muito estreitos se considerado o suporte a existência segura de espécies menos plásticas, como, por exemplo, vertebrados de maior porte, porém mesmo assim desempenham um papel importante se relevada a realidade local.

Uma outra forma de promover a conectividade da paisagem e aumentar a resiliência dos ecossistemas e populações é protegendo áreas estrategicamente localizadas dentro do alcance de deslocamento de dispersão das espécies (MINOR e URBAN, 2008). Com esse propósito foram incluídos interligações dos remanescentes, como os “trampolins” (também conhecidos como *stepping stones*) e passagens de fauna que também funcionam como ligação entre fragmentos e arquipélagos.

Rodovias e estradas, além do atropelamento, impactam negativamente a fauna ao incidir diretamente sobre a integridade biótica e causar danos ecológicos significantes. Como exemplos temos o efeito de barreira para a fauna silvestre e a perda de conectividade entre os ambientes naturais (BISSONETTE e ADAIR, 2008). Mesmo não sendo muito movimentadas, as estradas da microbacia representam uma ameaça à fauna.

As passagens de fauna desempenham uma enorme função, sendo o grande desafio ao projetá-las o de que elas não sejam simplesmente uma conexão estrutural, mas também funcional (ABRA, 2012). Elas devem ser construídas onde naturalmente há maior fluxo de animais, porém aqui foram propostas em pontos julgados importantes no papel de conectar fragmentos atravessados por estradas e rios, considerando que para alguns grupos estas estruturas representam uma barreira para a dispersão. Segundo Abra (2012) a escolha do tipo de passagem mais apropriada deve contemplar a paisagem, o tipo de habitat afetado e as espécies-alvo, sendo necessário assim um estudo na microbacia que identificasse esses fatores.

As ampliações de área dos fragmentos, tanto no Cenário 1 como no 2, respeitaram as construções, estradas e tanques d'água artificiais, já que alterar o local dessas estruturas é algo mais custoso e trabalhoso. Quando possível buscou-se fazer as ampliações sobre áreas ocupadas por pastos e culturas perenes, já que o processo de troca de uso da terra nessas áreas é mais rápido do que nas áreas de silvicultura. Porém é necessário levar em conta que áreas com histórico de uso intenso do solo apresentam menor chance de regeneração natural, considerando que o impacto causado pelo preparo do solo para o cultivo pode eliminar o banco de sementes das espécies nativas, tornando menos provável a regeneração da vegetação (ISERNHAGEN et al., 2009), portanto deve haver uma avaliação do solo para que a recuperação dessas áreas tenha mais sucesso. Importante salientar a recuperação de áreas degradadas é necessária quando há uso incorreto da paisagem e dos solos, sendo apenas uma tentativa limitada de desencadear alguns processos ecológicos que permitiriam remediar um dano qualquer, que na maioria das vezes poderia ter sido evitado (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004).

No Cenário 2 sobrepondo o mapa topográfico e observando as áreas com maior angulação considerou-se a declividade para alocação das novas áreas, já que a declividade é um importante elemento natural diretamente relacionado à erosão, determinando o potencial de arraste da água de escoamento superficial. Quanto maior o ângulo e comprimento da pendente, maior será a energia potencial que a água de escoamento irá adquirir e maior o seu potencial de desagregação e arraste de partículas (PIRES, 1995). Considerando a existência de pisciculturas na microbacia e o fato da qualidade da água dos rios ser imprescindível para sucesso da atividade, o controle da erosão é fundamental.

Com o acréscimo dos 24,07 hectares das APPs no Cenário 1 já houve a conexão de 13 fragmentos, ficando esse novo arquipélago também mais próximo de outros fragmentos que foram então unidos (Tabela 2). As APPs, tanto no Cenário 1 como no 2, são um aspecto importante da conectividade da paisagem ao terem função de corredores de espécies, já que muitos remanescentes florestais ligaram-se por meio das APPs.

Com o acréscimo de aproximadamente mais 9 ha (33,07 hectares adicionadas em relação ao Cenário 0) de vegetação natural, todos os fragmentos considerados altamente vulneráveis no C0 foram modificados e ficaram com vulnerabilidade relativa média, e um novo fragmento passou a ser considerado como "fonte", aspectos esses que evidenciam a melhoria da integridade do Cenário 1.

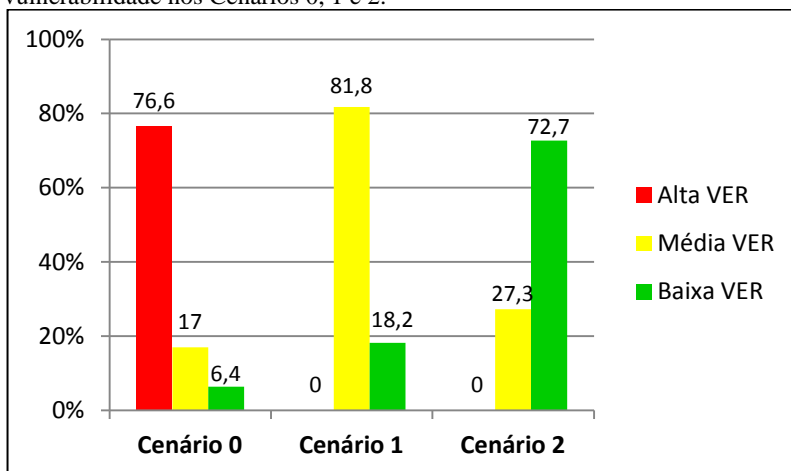
No Cenário 2, como resultado da adição de mais 40,6 hectares, três dos 11 fragmentos mantiverem uma média vulnerabilidade ecológica relativa e os 8 restantes ficaram classificados como baixa VER (Tabela 2).

Tabela 2- Comparações gerais entre os Cenários 0, 1 e 2.

	Cenário 0	Cenário 1	Cenário 2
Área Natural adicionada em relação ao C0	0	33,07	74,48
Área Natural Total	114,30	147,38	188,78
Área de Interior	29,36	33,90	74,51
Área de Borda	84,93	113,48	114,26
Número de fragmentos	47	22	11
Fragmentos com alta VER	36	0	0
Fragmentos com média VER	8	18	3
Fragmentos com baixa VER	3	4	8

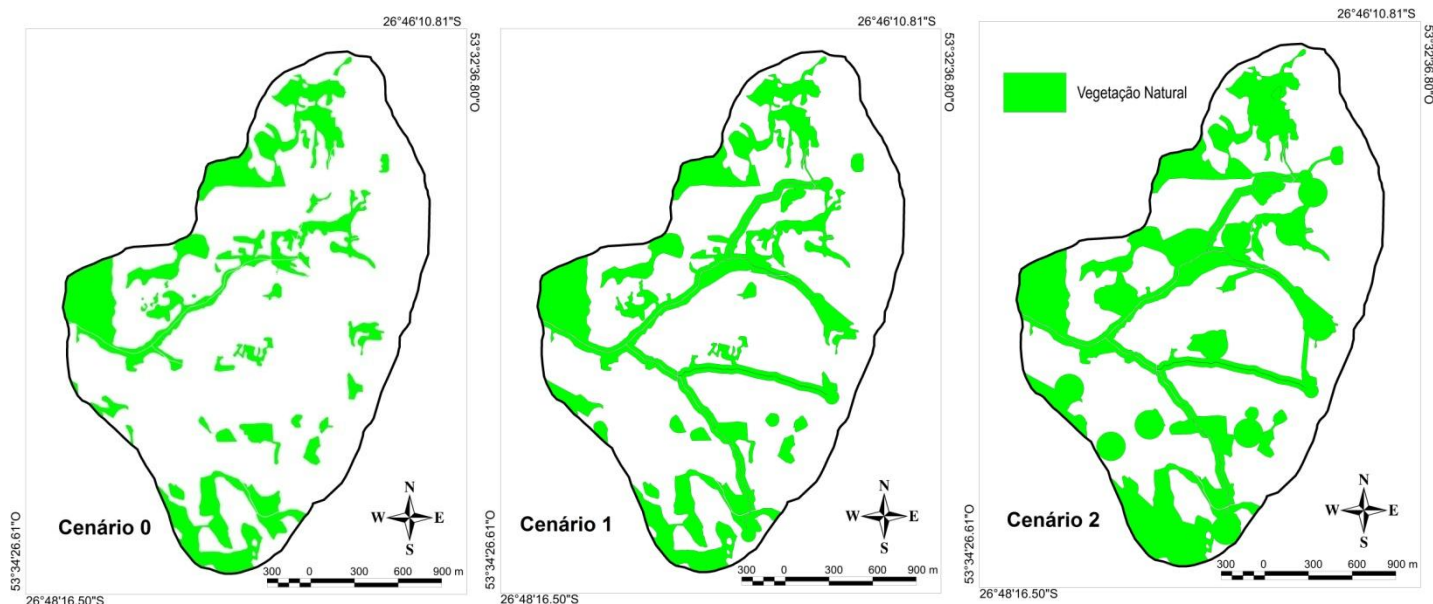
A VER mudou significativamente comparada ao cenário atual como visualizado no Gráfico 2. Destaca-se para o fato de que no cenário 1 e nenhum fragmento de vegetação natural foi classificado como altamente vulnerável, que no cenário dois 72,7% dos fragmentos foram classificados como baixa VER.

Gráfico 2- Porcentagem dos fragmentos classificados em cada grau de vulnerabilidade nos Cenários 0, 1 e 2.



A Figura 9 mostra mais claramente o aumento de área de vegetação natural nos três cenários e como os fragmentos ficaram mais conectados e com formas mais arredondadas.

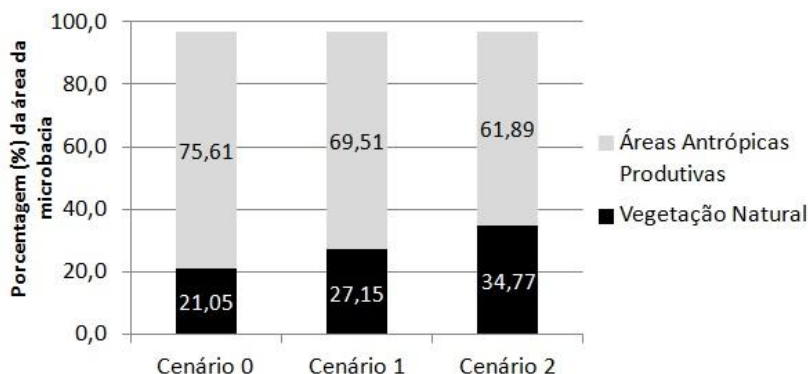
Figura 9-Vegetação Natural nos três cenários na microbacia Real Oeste.



Fonte: A autora (2017).

Ao comparar a soma da área dos fragmentos de vegetação natural de cada cenário vê-se um aumento de 6,1% em relação ao Cenário 0 (atual) e ao Cenário 1. Já a vegetação natural do Cenário 2 comparada com a do Cenário 0 teve um aumento de 13,72% (Gráfico 3). Para a comparação das áreas antropizadas usadas com fins produtivos, considerou-se somente as áreas de silvicultura, culturas perenes e pastagens, já que os tanques d'água usados para piscicultura e dessedentação animal não tiveram suas áreas alteradas nos Cenários 1 e 2, assim como as estradas e rios.

Gráfico 3- Comparação da porcentagem de Vegetação Natural e Áreas Antrópicas Produtivas nos três cenários.



As perdas de área produtiva podem representar uma diminuição significativa no rendimento financeiro para alguns proprietários rurais, principalmente para aqueles com menores propriedades, como é o caso da microbacia Real Oeste onde há predomínio de pequenas propriedades. A conservação de áreas naturais e da biodiversidade proporciona a provisão de serviços ecológicos que são de extrema importância para toda a população, isto é, os proprietários das terras podem gerar benefícios (ou consequências negativas caso não haja conservação) a todos, sendo interessante que eles recebam incentivos, que podem ser financeiros ou não, para a preservação de áreas naturais. Dessa forma uma estratégia relevante para que os proprietários rurais respeitem a legislação e ajudem na conservação, é a implantação de programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Estes estão sendo implementados no Brasil e em outros países, especialmente aqueles em desenvolvimento e grande parte das ações é direcionada à

recuperação de remanescentes florestais (ALARCON, 2014). Porém como destacado por Pattanayak e colaboradores (2010), os programas de PSA não podem ser visto como uma ferramenta isolada, mas sim como um complemento a outras estratégias de conservação ambiental.

Quando analisado a redução comparada ao Cenário 0 (atual) nas áreas produtivas resultante das modificações no Cenário 2, vê-se que a maior redução foi nas pastagens, com 39,9 hectares, porém percentualmente foram as culturas temporárias que foram mais reduzidas, 20,04 hectares que representam 22,43% de redução de área do cenário atual (Tabela 3).

Tabela 3- Redução de área no Cenário 2 da Pastagem, Silvicultura e Cultura Temporária.

	Área no C0 (ha)	Área no C2 (ha)	Redução de área no C2 (ha)	Redução de área no C2 (%)
Pastagem	201,31	161,41	39,90	19,82
Silvicultura	119,86	105,31	14,55	12,14
Cultura Temporária	89,34	69,30	20,04	22,43

Tendo os dados de produção das classes de uso da terra de pastagem, silvicultura, cultura temporária, é possível traçar uma estimativa da redução direta do rendimento financeiro causado pela redução nas áreas dessas classes. Algo mais complexo de ser calculado é o potencial aumento da produção que uma maior área natural pode trazer.

Uma medida relativamente simples que pode ser adotada para reduzir o efeito de borda é o estabelecimento de vegetação tampão, sendo que a implantação de agroflorestas seria uma ótima opção pois podem inclusive ser exploradas para fins comerciais (TABARELLI e GASCON, 2005). Um sistema agroflorestal pode alcançar um nível de complexidade com dinâmica e diversidade similares às florestas naturais, sendo chamados então de ecossistemas agroflorestais (AMADOR, 2003).

Algo de suma importância para que as propostas dos Cenários 1 e 2 possam ser postas em prática, é de que os proprietários rurais e pessoas responsáveis pela tomada de decisões sobre o uso a terra tenham conhecimento das “funções ambientais” que a biosfera e biodiversidade nos proporcionam. Pois como Pires (1995, p.2) expõe

a falta de conhecimento sobre a importância dos ecossistemas naturais faz também com que, tanto as grandes como as pequenas áreas naturais, isoladas em meio de sistemas antrópicos, e mesmo áreas seminaturais, sejam desprezadas e modificadas para providenciar ganhos econômicos de curto e médio prazos. Nesse sentido, muitas das decisões sobre o uso do solo não levam em consideração o papel das áreas naturais ou seminaturais e seu efeito significativo sobre a capacidade dos sistemas ecológicos em providenciar as funções anteriormente descritas, tanto em nível local como global.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo é mais uma fonte que aponta para as ameaças que o bioma Mata Atlântica está sujeito frente às atividades antrópicas e a consequente fragmentação.

Através das análises e resultados obtidos conclui-se que:

- A maioria dos fragmentos da microbacia não consegue abrigar vários grupos de organismos que dependem de áreas de vida grandes e/ou não possuem alta capacidade de dispersão. a microbacia Real Oeste apresenta intensa fragmentação de sua área florestada. Os efeitos dessa fragmentação estão relacionados ao tamanho e número de áreas remanescentes e suas implicações sobre o efeito de borda e isolamento entre as mesmas, limitando a quantidade e qualidade de habitats, o movimento das espécies e o tamanho populacional das mesmas.
- Mesmo que o estudo tenha sido feito em uma área relativamente pequena, ele pode servir de inspiração e modelo para o planejamento de outras microbacias da região, demonstrando ser possível montar um banco de dados, realizar análises e planejamento ambiental no meio rural que auxilie na conservação da biodiversidade. Acredita-se na importância de considerar áreas externas à microbacia delimitada ou expandir o presente estudo, abrangendo uma área maior que represente ainda mais impactos na conservação da biodiversidade. Também considera-se muito importante que estudos como esse sejam mais aprofundados e levem em consideração questões fundiárias para uma melhor análise socioeconômica, um correta avaliação da aplicação da legislação ambiental para cada caso, e para que as propostas de cenários sejam mais adaptadas à realidade de cada propriedade.
- É inegável que atualmente não há mais a possibilidade de todos os ecossistemas voltarem a integridade e qualidade ecológica anterior aos danos causados pela ação humana. Porém devemos considerar que os habitats podem ser removidos de uma paisagem de diferentes maneiras, sendo que cada uma delas pode resultar em diferentes padrões espaciais, isto é, a remoção deve ser feita de forma que suas implicações para a biodiversidade sejam o menos danosas possíveis e que a recuperação das áreas naturais também tenha como prioridade potencializar a qualidade ambiental e não somente aumentar a quantidade de área.
- Alterações no uso do solo de caráter tradicional produtivo, para

usos conservacionistas ou mais compatíveis com áreas de preservação, são difíceis de serem realizadas. Estas necessitam ser negociadas entre os proprietários da terra, usuários, técnicos, e a população como um todo, para que sejam aceitas e efetivadas.

- A perda de áreas de produção consequente das propostas dos Cenários 1 e 2 podem ser justificadas quando consideram-se as melhorias do ponto de vista da conservação da biodiversidade na microbacia com a redução das chances de extinção de espécies, porém é imprescindível ressaltar: a importância de incentivos financeiros para os proprietários de terras, principalmente aqueles com pequenas propriedades, a fim de compensá-los pela redução de área produtiva; e o rico papel que os sistemas agroflorestais cumprem ao conciliar restauração, conservação e produção, devendo haver incentivos para a substituição de monoculturas por agroflorestas.
- O registro de presença no município de mamíferos de médio e grande porte ameaçados de extinção poderia ser usado como estratégia para a conservação, adotando-os como espécies bandeiras, já que estes costumam atrair mais carisma. Dependendo bastante das espécies escolhidas e dos conflitos de interesse que essas espécies podem causar, como os felinos que podem ser vistos como um problema pelos pecuaristas. A adoção de espécies-bandeira é uma alternativa que costuma resultar em bons efeitos para angariar recursos, incentivos e apoio para a recuperação e proteção de áreas naturais.

6 REFERÊNCIAS

ABRA, F. D. Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo. 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, University of São Paulo, São Paulo, 2012.

ALARCON, G. G.; BELTRAME, Â. D. V.; KARAM, K. F. Conflitos de interesse entre pequenos produtores rurais e a conservação de áreas de preservação permanente na mata atlântica. FLORESTA, Curitiba, v. 40, n. 2: p. 295-310, 2010.

ALARCON, G. G. É pagando que se preserva? Limitações e oportunidades do pagamento por serviços ambientais como instrumento de conservação de recursos florestais no corredor ecológico chapecó, santa catarina. Diss. Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

ALTIERI, M. A. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. Haworth Press, New York, 1994. 185 p.

ALVES, P. A.; MATTEL, L. F. Migrações no oeste catarinense: história e elementos explicativos. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambú, 15, 2006.

BISSONETTE, J. A.; ADAIR, W. Restoring habitat permeability to roaded landscapes with isometrically-scaled wildlife crossings. Biological Conservation v. 141, n. 2: p. 482-488, 2008.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm>. Acesso em: 10 jan. 2017.

CÂMARA, G.; FREITAS, U. M. Perspectivas em Sistema de Informação Geográfica. São José dos Campos: Divisão de Processamento de Imagens, 1995. 9p.

CASIMIRO, Pedro Cortesão. Uso do solo–Ecologia da Paisagem: perspectivas de uma nova abordagem do estudo da Paisagem em Geografia. Geoinova–Revista do Departamento de Geografia e Planejamento Regional v. 2: p 45-66, 2000

CLIMATE-DATA.ORG. Clima: nova ponte. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/43599/>> . Acesso em: 13 mar. 2016.

CONSERVATION INTERNATIONAL. The World's 10 Most Threatened Forest Hotspots. 2011. Disponível em: <<http://www.conservation.org/NewsRoom/pressreleases/Pages/The-Worlds-10-Most-Threatened-Forest-Hotspots.aspx>>. Acesso em: 2 fev. 2017

DE GROOT, R. S. Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Wolters-Noordhoff BV, 1992. 315 p.

DENARDIN, V. F.; SULZBACH, M. T. Os possíveis caminhos da sustentabilidade para a agropecuária da região Oeste de Santa Catarina. Desenvolvimento em Questão, v. 3, n. 6: p. 87-115. 2005.

DIAMOND, J. M. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for design of natural preserves. Biol. Conserv., v. 7: p. 129-146, 1975.

DRAMSTAD, W.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. Island press. Chicago, 1996.

Epagri/SDS. Mapa de Unidades Hidrográficas de Santa Catarina. 2005. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/down_hdr.jsp?aceite=0&okButton=OK+%3E%3E>. Acesso em: 20 mar. 2016.

Epagri/CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2014-2015. 36. ed. Florianópolis: Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - Epagri/Cepa, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.sc.gov.br/images/stories/Documentos/sntese2014-15.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

Epagri; IBGE. Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina. 2004. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/mapa_shp.jsp?aceite=0&okButton=OK+%3E%3E>. Acesso em: 20 mar. 2016.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, v. 34: p 487–515, 2003.

FEIJÓ, A; LANGGUTH, A. Mamíferos de médio e grande porte do nordeste do Brasil: distribuição e taxonomia, com descrição de novas espécies. *Revista Nordestina de Biologia*, p. 3-225, 2013.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. *Landscape ecology. USA*: J. Wiley, 1986.

FORMAN, R. T. T. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge Press, New York, 1995.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório Anual de Atividades SOS Mata Atlântica 2015. São Paulo, 88p. 2016. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2016/08/RA_SOSMA_2015-Web.pdf. Acesso em: 1 mai. 2017.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: Período 2015-2016. São Paulo, 2017. 69 p. Disponível em: https://www.sosma.org.br/link/Atlas_Mata_Atlantica_2015-2016_relatorio_tecnico_2017.pdf. Acesso em: 30 mai. 2017.

GASCON, C.; LOVEJOY T. E.; BIERREGAARD J. R. O.; MALCOLM J.R.; STOUFFER P. C.; VASCONCELOS H. L.; LAURANCE W.F.; ZIMMERMAN B.; TOCHER M.; BORGES S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological conservation*, v. 91: p 223-229, 1999.

HAILA, Y. A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications*, v. 12: p. 321-334, 2002.

HANSKI, I.; GILPIN, M. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological journal of the Linnean Society*, v. 42: p. 3-16, 1991.

HIROTA, M. M.. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington, D.C.: Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, p.60-65, 2003.

HOLLANDA, M. P. de; CAMPANHARO, W. A.; CECÍLO, R. A. Manejo de Bacias Hidrográficas e a Gestão Sustentável dos Recursos Naturais. In: MARTINS, L.D et al (Org.). Atualidades em desenvolvimento sustentável. Manhuaçu: Suprema Gráfica e Editora Ltda, Cap. 4: p. 57-66, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa Populacional. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=421720&search=santa-catarina|sao-miguel-do-oeste>>. Acesso em: 11 jun. 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Produção Agrícola Municipal 2015. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=421720&idema=157&search=santa-catarina|sao-miguel-do-oeste|producao-agricola-municipal-lavoura-permanente-2015>>. Acesso em: 1 mai. 2017.

INCRA- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. 2013. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf. Acesso em: 20 jun. 2017.

ISERNHAGEN, I.; BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Abandono da cópia de um modelo de floresta madura e foco na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela re construção de uma floresta (fase atual). In: R.R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion & I. Isernhagen (orgs.). Pacto pela restauração da mata atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 1 ed. LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, São Paulo, p. 31-36, 2009.

JURASZEK, A.; BAZILIO, S.; GOLEC, C. Levantamento de mamíferos de médio e grande porte na RPPN Federal Corredor do Iguazu na região Centro-oeste do Paraná. *Acta Iguazu*, v. 3, n. 4: p. 79-86, 2014.

LACHOWSKI, H. M.; WIRTH, T.; MAUS, P.; AVERS, P. Remote sensing and GIS: their role in ecosystem management. *Journal of forestry*. 1994.

LAURANCE, W.F. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation* v. 141: p.1731-1740, 2008.

LEVINS, R. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control, *Bulletin of the Entomological Society of America*, v. 15: p. 237-240, 1969.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton. 1967.

MARINI-FILHO, O. J.; MARTINS, R. P. Teoria de metapopulações: Novos princípios na biologia da conservação. *Ciência Hoje*, p. 22-29, 2000.

MCGARIGAL, K; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.

MINOR, E. S.; URBAN, D. L. A graph-theory framework for evaluating landscape connectivity and conservation planning. *Conservation biology*, v. 22, n. 2: p. 297-307, 2008.

MOSCHINI, L. E. Diagnóstico e riscos ambientais relacionados à fragmentação de áreas naturais e semi-naturais da paisagem: Estudo de caso: município de Araraquara, SP. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

NEUMANN, P. S.; LOCH, C. Legislação ambiental, desenvolvimento rural e práticas agrícolas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 32, n. 2: p. 243-249, 2002.

ODUM, W. E. Environmental Degradation and the Tyranny of Small Decisions. Bioscience, v. 32, n. 9: p.728-729, 1982. Disponível em: <www.onlyoneplanet.com/Tyranny_of_small_decisions.doc>. Acesso em: 10 jun. 2016.

OLIVEIRA, T.G. de. *Leopardus wiedii*. Mammalian Species v. 579: pp 1-6, 1998

OLIVEIRA, T.G. de. Ecologia e conservação de pequenos felinos no Brasil e suas implicações para o manejo. PhD dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais. 2011

OLIVEIRA, T.G. de; TORTATO, M.A.; SILVEIRA, L.; KASPER, C.B.; MAZIM, F.D.; LUCHERINI, M.; JÁCOMO, A.T.; SOARES, J.B.G.; MARQUES, R.V.; SUNQUIST, M. Ocelot ecology and its effect in the small-felid guild in the lowland Neotropics. In: D.W. Macdonald and A. Loveridge (eds), Biology and Conservation of Wild Felids. Oxford University Press, p. 563-584, 2010.

PATTANAYAK, S. K.; WUNDER, S.; FERRARO, P. J. Show Me the Money: Do Payments Supply Environmental Services in Developing Countries? Review of Environmental Economics and Policy, v. 4, n. 2, p. 254–274, 2010.

PINTO, L.P.; BEDÊ, L.C.; FONSECA, M.T.; LAMAS, I.R.; MESQUITA, C.A.B.; PAGLIA, A.P., PINHEIRO, T.C.; SÁ, M.B. 2012. Mata Atlântica. In: Scarano, F.R.; Santos, I.L.; Martins, A.C.I.; Silva, J.M.C.; Guimarães, A.L. & Mittermeier, R.A. (Eds.). Biomas brasileiros: retratos de um país plural. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012.

PIRES, J. S. R. Análise Ambiental voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente rural: Abordagem Metodológica Aplicada ao município de Luiz Antônio, SP. 203 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Ufscar, São Carlos, 1995.

PIRES, A. M. Z. C. R.; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. Avaliação da Integridade Ecológica em Bacias Hidrográficas. In: Santos, J.E.; Cavalheiro, F.; Pires, J.S.R.; Oliveira, C.H. & Pires, A.M.Z.C.R. “Fases Da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção”. São Carlos, Editora RiMa- FAPESP, 2004.

PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F. A. S.; BARROS, C. S.. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G., SLUYS, M.V. e ALVES, M.V. Biologia da Conservação: Essências. São Carlos, p. 231-260, 2006.

PREUSS, J. F.; PFEIFER, G. B.; TORAL, J. F.; BRESSAN, S. J. Levantamento rápido de mamíferos terrestres em um remanescente de Mata Atlântica do sul do Brasil. Unoesc & Ciência - ACBS Joaçaba, v. 7: p 89–96, 2016.

PULLIAM, H.R. Sources, sinks, and population regulation. American Naturalist, v. 132: p. 652-61, 1988.

RÄNTÄ, P.; BLOM, T.; NIEMELA, J. et al. Biodiversity and Conservation, v. 7, 1998. 385p.

RICKETTS, T. H. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. The American Naturalist, v. 158, n. 1: p. 87-99. 2001.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da Mata Atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Universidade de São Paulo. 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, p. 235-247, 2004.

SÃO MIGUEL DO OESTE. Lei complementar nº 002/2011 que dispõe sobre normas relativas ao plano Diretor do município de São Miguel do Oeste, Estado de Santa Catarina e dá outras Providências. 2011.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J; MARGULES, C. R. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, v. 5, n. 1: p. 18-32, 1991.

SHAFER, C. L. Nature reserves: island theory and conservation practice. Smithsonian Institution Press, Washington and London. 1990.

SOUZA, J. M.; MARASCHIN, F.; CARRIAO, S. L.; ANTUNES, E. N.; PINTO, E. S. P. Sistema de Mapas para a Web do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina. Epagri/Ciram, 2012. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/siffsc/>>. Acesso em: 1 mai. 2017

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1: p. 181-188, 2005.

TESTA, V. M. et al.. O desenvolvimento sustentável do oeste catarinense: proposta para discussão. Florianópolis: Epagri, 1996. 247 p.

TORTATO, F. R.; TORTATO, M. A.; KOEHLER, E. Poultry predation by *Leopardus wiedii* and *Leopardus tigrinus* (Carnivora: Felidae) in southern Brazil. *Revista Latinoamericana de Conservación*, v. 3, n. 2: p. 51-53. 2013.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity. New York: Springer Verlag, 1990. 536 p.

UMETSU, F. Pequenos mamíferos em um mosaico de habitats remanescentes e antropogênicos: qualidade da matriz e conectividade em uma paisagem fragmentada da Mata Atlântica. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 2005.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. *Anais Congresso Nacional de Essências Florestais. Conservação da Biodiversidade*. São Paulo, p. 400-406. 1992.

VIANA, V. M. Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensivamente cultivadas. In: Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo. Belo Horizonte/Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/ University of Florida, p. 135-154, 1995.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V.. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica Ipef, São Paulo, v. 12, n. 32: p.25-42, 1998.

WILCOX, B. A. Insular ecology and conservation. In Soulé M. E. e Wilcox, B. A. (eds.). Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective. Sinauer, Sunderland. p. 95-117, 1980.